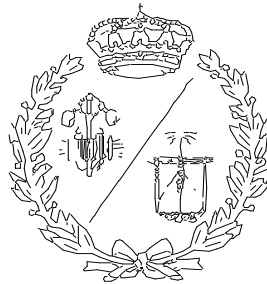


**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN**

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



Trabajo Fin de Grado

**Estudio de la viabilidad de la construcción
de un parque eólico**
(Study of the viability of the construction of a
wind farm)

Para acceder al Título de

**GRADUADO EN INGENIERÍA EN
TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES**

Autor: Hugo Pérez Lagunas

Septiembre - 2020

Resumen

El presente trabajo de fin de grado tiene como objetivo el diseño de un parque eólico de 14 MW en el municipio de Valdeolea (Cantabria). El parque consta de 7 aerogeneradores Vestas de 2 MW de potencia nominal cada uno.

Como introducción al proceso del diseño de un parque eólico, primero se explicarán puntos a conocer en cuanto a la historia de la energía eólica, con los acontecimientos más importantes a lo largo de los años.

Además, se explica el funcionamiento y las partes de un aerogenerador, conocimiento necesario en el proyecto.

Para el diseño del parque, primero se ha realizado un estudio de vientos de la zona con el fin asegurar la viabilidad del proyecto. Para asegurar la fiabilidad es necesario que los datos se obtengan a lo largo de un año en la zona donde se quiere implantar el parque eólico. Con estos datos, obtenidos de la estación de AEMET más cercana al emplazamiento, se ha escogido el aerogenerador Vestas V110-2.0 MW y la mejor colocación de cada aerogenerador en el emplazamiento.

Posteriormente se realizó un estudio eléctrico para la evacuación de la energía eléctrica desde los aerogeneradores hasta la subestación transformadora. El tipo de celdas a utilizar serán las celdas RM6 de Scheider Electric. La línea de evacuación hasta la subestación será de 20 kV para reducir las pérdidas al mínimo.

Por último, se especifica el presupuesto necesario para la realización del proyecto, con los aerogeneradores, la infraestructura eléctrica y la obra civil.

Summary

The objective of this final degree project is the design of a 14 MW wind farm in the municipality of Valdeolea (Cantabria). The park consists of 7 Vestas wind turbines with a nominal power of 2 MW each.

As an introduction to the design process of a wind farm, first will be explained the history of wind energy, with the most important events throughout the years.

In addition, the operation and parts of a wind turbine are detailly explained, as an essential knowledge to continue with the project.

For the design of the park, a study of winds in the area was first carried out in order to ensure the viability of the project. To ensure reliability, the data must be obtained over a year in the area where the wind farm is to be installed. These data was obtained from nearest AEMET station to the site. Thanks to these winds study, the wind turbine chosen for the wind farm Will be Vestas V110-2.0 MW. Also the best placement for each one of these wind turbines.

Subsequently, an electrical study was carried out for the evacuation of electrical energy from the wind turbines to the transformer substation. The type of cells to be used will be Scheider Electric RM6. The evacuation line to the substation will be 20 kV to reduce losses to a minimum.

Finally, specifies the necessary budget for the project, including the wind turbines, the electrical infrastructure and the civil works.

Índice

1. Memoria descriptiva.....	8
1.1 Descripción general del proyecto.....	9
1.2 Energía eólica.....	9
1.2.1 Historia de la energía eólica.....	11
1.2.2 Energía eólica en España.....	13
1.2.3 Energía eólica en Cantabria.....	14
1.3 Localización.....	15
1.4 Vientos.....	18
1.4.1 Rosa de vientos.....	19
1.4.2 Ley de Betz.....	21
1.4.3 Variación de la velocidad del viento.....	22
1.5 Aerogeneradores.....	24
1.5.1 Descripción y funcionamiento.....	24
1.5.2 Partes.....	25
1.5.3 Clasificación.....	26
1.5.4 Selección.....	28
1.6 Emplazamiento.....	31
1.7 Cálculo de la producción energética.....	33
1.8 Viales y plataformas.....	34
1.8.1 Viales.....	34
1.8.2 Plataformas.....	39
1.9 Cimentaciones.....	39
Anexo I Estudio de vientos.....	41
Anexo II Estudio eléctrico.....	51
Anexo III Celdas compactas RM6.....	69
Anexo IV Planos.....	107
Anexo V Pliego de condiciones.....	110
Anexo VI Presupuesto.....	155
Bibliografía.....	158

Índice de Ilustraciones

- Ilustración 1. Mapa de la zona de Valdeolea
- Ilustración 2. Potencia eólica instalada por comunidades autónomas en 2017
- Ilustración 3. Evolución de la potencia eólica en España
- Ilustración 4. Parques eólicos en Cantabria
- Ilustración 5. Emplazamiento, vista lejana
- Ilustración 6. Emplazamiento, vista cercana
- Ilustración 7. Distribución de la velocidad del viento en Cantabria
- Ilustración 8. Distribución de la velocidad del viento y espacio naturales protegidos en Cantabria
- Ilustración 9. Rosa de los vientos
- Ilustración 10. Direcciones Rosa de los vientos
- Ilustración 11. Relación Potencia extraída del rotor y Potencia del flujo sin perturbaciones
- Ilustración 12. Partes aerogenerador
- Ilustración 13. Palas aerogenerador
- Ilustración 14. Aerogenerador, eje horizontal
- Ilustración 15. Aerogenerador, eje vertical
- Ilustración 16. Especificaciones técnicas aerogenerador V110-2.0MW
- Ilustración 17. Curva AEP aerogenerador V110-2.0MW
- Ilustración 18. Características adicionales aerogenerador V110-2.0 MW
- Ilustración 19. Emplazamiento, vista norte
- Ilustración 20. Emplazamiento, vista sur
- Ilustración 21. Emplazamiento, vista norte superior
- Ilustración 22. Acceso al parque eólico
- Ilustración 23. Módulos de las celdas de protección
- Ilustración 24. Características eléctricas celdas RM6
- Ilustración 25. Intensidades máximas admisibles (A), ITC-LAT-06
- Ilustración 26. Localización subestación

Índice de Ilustraciones

Tabla 1. Coordenadas parque eólico
Tabla 2. Gráfico Rosa de los vientos
Tabla 3. Datos Rosa de los vientos
Tabla 4. Ajuste lineal Mínimos Cuadrados
Tabla 5. Distribución de Weibull
Tabla 6. Coordenadas aerogeneradores
Tabla 7. Producción aerogeneradores
Tabla 8. Características acceso aerogeneradores, ruta 1
Tabla 9. Características acceso aerogeneradores, ruta 2
Tabla 10. Radios de curvatura viales
Tabla 11. Rosa de los vientos
Tabla 12. Resumen vientos
Tabla 13. Ajuste lineal Mínimos Cuadrados
Tabla 14. Distribución de Weibull
Tabla 15. Producción aerogeneradores
Tabla 16. Radios de curvatura viales
Tabla 17. Tensiones normalizadas
Tabla 18. Niveles de aislamiento
Tabla 19. Características transformador de los aerogeneradores
Tabla 20. Características del transformador
Tabla 21. Coordenadas subestación
Tabla 22. Distancia subestación-aerogeneradores

1. MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1 Descripción general del proyecto.

El siguiente proyecto tiene como objetivo asegurar la viabilidad de la construcción de un parque eólico en Cantabria, en el municipio de Valdeolea, al sur de la Comunidad Autónoma.



Ilustración 1 Mapa de la zona de Valdeolea Fuente: propia

Para encontrar el emplazamiento y asegurar su viabilidad hay que tener en cuenta el régimen de vientos, su obra civil, su obra eléctrica y su estudio económico.

Observando el auge en los últimos años de las energías renovables y viento la situación de Cantabria respecto a la producción de energía eólica el objetivo de este trabajo es asegurar la viabilidad de la construcción de un parque eólico con la búsqueda de un mayor uso de este recurso en la comunidad.

1.2 Energía eólica

La energía eólica es la energía renovable más madura y evolucionada. Genera electricidad a través de la fuerza del viento, utilizando la energía cinética producida por las corrientes de aire. Es una energía limpia e inagotable.

Al utilizar energías renovables como fuentes de energía para satisfacer las necesidades del país, se reduce el uso de combustibles fósiles, lo que ayuda contra el cambio climático. Además, es una fuente de energía barata, desplazando otros métodos de combustión que exigen un mayor coste.

Un parque eólico es un conjunto de aerogeneradores agrupados en una superficie específica, manteniendo una distancia entre sí. Pueden construirse en tierra (Onshore) y en mar (Offshore).

La energía que produce un parque eólico depende de las características de los aerogeneradores, su disposición, y del régimen de vientos de la zona.

Los parques eólicos crean empleo, tanto por las labores en la construcción de estos, como en el mantenimiento que precisan y el apoyo necesario para la producción de esta energía.

Cómo funciona un parque eólico:

1. Las aspas de los aerogeneradores giran por la acción del viento propiciando que el buje gire.
2. Este giro hace girar el eje a una 10-20 vueltas por minuto llegando a un multiplicador, que permitirá aumentar las vueltas hasta las 1.500 por minuto. (No todos los aerogeneradores poseen el multiplicador).
3. Este movimiento pasa al generador que producirá energía eléctrica.
4. Esta electricidad baja por la torre hasta una subestación de transformación para poder transmitirla a la red y enviarla a los puntos de abastecimiento.

Potencia eólica instalada por comunidades autónomas en 2017
(en MW y porcentaje de cuota de mercado)

Comunidad Autónoma	Potencia instalada en 2017	Acumulado a 31/12/2017	Porcentaje sobre el total	Nº de parques
Castilla y León	2	5.595	24,23%	244
Castilla-La Mancha	0,225	3.807	16,48%	141
Galicia	16,45	3.354	14,52%	159
Andalucía		3.301	14,29%	152
Aragón	18	1.911	8,28%	89
Cataluña		1.269	5,49%	46
Comunidad Valenciana		1.189	5,15%	38
Navarra		1.004	4,35%	49
Asturias		518	2,25%	23
La Rioja		447	1,93%	14
Murcia		262	1,13%	14
Canarias	59,1	241	1,04%	64
País Vasco		153	0,66%	7
Cantabria		38	0,17%	4
Baleares		4	0,02%	46
Total	95,78	23.092,36		1.090

Fuente: AEE

Ilustración 2 Potencia eólica instalada en 2017 Fuente: AEE

1.2.1 Historia de la Energía eólica

La energía eólica es la energía renovable más madura y desarrollada. Genera electricidad a través de la fuerza del viento, mediante la utilización de la energía cinética producida por efecto de las corrientes de aire.

Es una de las formas de energía más antiguas usadas por la humanidad.

Las primeras evidencias de la utilización del viento se remontan a 3000 A.C donde usaban barcos a vela en el Nilo para trasladarse. En el siglo VII ya se ve evidencias en Sistán (Actual Afganistán) de utilización de molinos de viento para moler cereales o bombear agua. En Europa se construyeron los primeros molinos en el siglo XII en Francia e Inglaterra. No va a ser hasta el siglo XIX y XX donde se vuelva a hablar de la energía eólica.

En 1802 Lord Kelvin tuvo la idea de acoplar un generador eléctrico a una máquina que aprovechara el viento. Fue el antecedente del aerogenerador, que no se pudo crear hasta que en 1850 se inventó la dinamo. En 1883 Steward Perry diseña el multipala americano, de un diámetro de 3 metros usado para bombeo, convirtiéndose en el más vendido de la historia. En el verano de 1887-88 **Charles F. Brush (1849-1929)** construyó una máquina considerada actualmente como el primer aerogenerador para generador de electricidad. Gracias a él, en 1890, en Dinamarca inició un programa para investigar esta energía. El físico

alemán Poul la Cour (**1846-1908**), quien trabajó como director del instituto aerodinámico en Göttingen, en 1892 puso en marcha la primera máquina diseñada principalmente para crear electricidad a partir de la energía eólica. Hasta nuestro tiempo se le ha considerado el padre de la energía eólica moderna.

Cabe destacar a Albert Betz (**1885-1968**), creador de la Ley de Betz, formulada en 1919 en su libro “Wind- Energie”

En 1941, el ingeniero americano **Palmer Cosslett Putnam (1910-1986)** construyó el aerogenerador Smithh Pullman que continuó sen funcionamiento hasta que en 1945 tuvo un fallo debido a los materiales utilizados.

Tras la Segunda Guerra Mundial los países europeos elaboraron programas nacionales para elegir emplazamientos adecuados para la instalación de grandes plantas eólicas.

Destacan **Ulrich W Hüttner (1910-1990)** con el aerogenerador STGW-34, considerado la primera piedra en la que se fundamenta la energía eólica moderna, y **Johannes Juul (1887-1969)**, estudiante de Poul La Cour, que construyó, en 1957, el primer aerogenerador de corriente alterna de 200 kw.

El siguiente hito importante en la historia de la energía eólica ocurre en la década del 70 cuando se desencadena la crisis del petróleo. La crisis de petróleo hizo resurgir a esta tecnología que no parará su crecimiento hasta nuestros días.

En las dos décadas transcurridas entre 1990 y 2010, la potencia eólica instalada en el mundo se ha multiplicado por 50. Como dato, según la Agencia Internacional de Energía, a finales de 1991 el número de aerogeneradores instalados ascendía a más de 21.000, con una potencia de unos 2.200 MW.

En 2018 se alcanzaron los 591.549 MW (entre terrestre y marina) de producción de energía eólica. La mayor productora es China (35%), Estados Unidos (17%), Alemania (10%) e India (6%). España se sitúa en la quinta posición con un 4%.

Según la WWEA (Asociación mundial de energía eólica), actualmente la producción de este tipo de energía ocupa el 5% de la producción de energía mundial.

1.2.2 LA ENERGÍA EÓLICA EN ESPAÑA

La energía eólica comenzó a verse en España en 1984 gracias a un grupo de ingenieros que fundaron la cooperativa Ecotecnia y construyeron el primer aerogenerador instalado en España: Ecotècnia 12/15. Los números corresponden al diámetro de sus palas y a sus 15 kW de potencia. Este aerogenerador fue instalado en Cataluña, concretamente en Vilopriu (Girona).

Pero no sería hasta el año 1999 donde se vería un aumento significativo en la energía eólica Española.

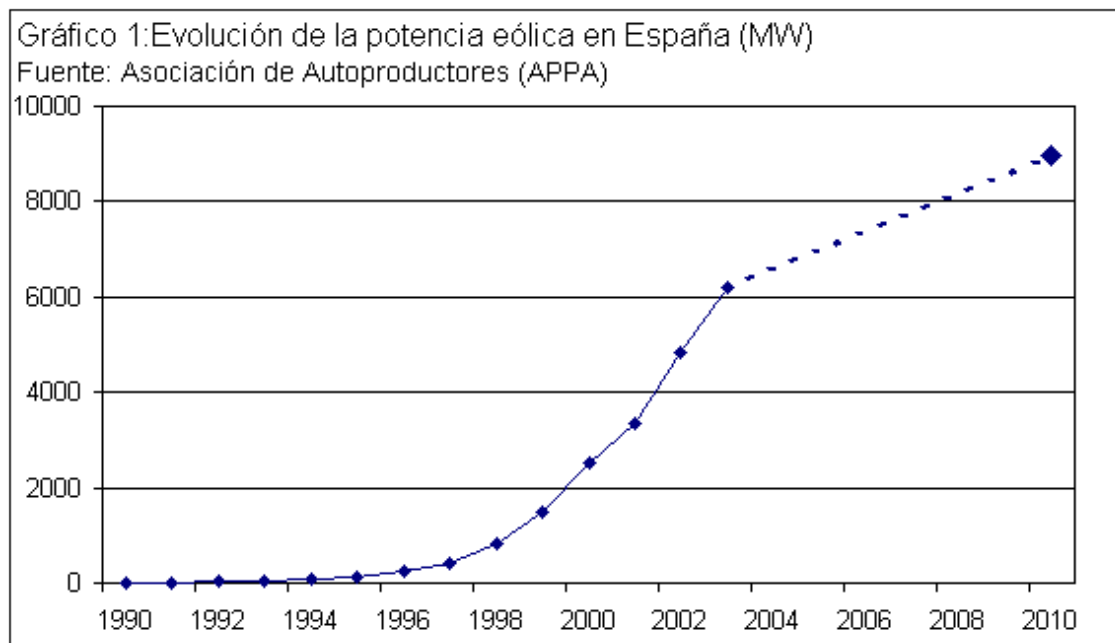


Ilustración 3 Evolución de la potencia eólica en España Fuente: El rincón de la ciencia

En el año 2007 España ya producía el 20% de la energía eólica mundial, de la que era líder en investigación y desarrollo.

En marzo de 2011 la energía eólica se convirtió por primera vez en la primera fuente de energía del país.

Los años posteriores pasaron inadvertidos en cuanto al aumento de este tipo de energía.

En los últimos años podemos enorgullecernos de algunos datos:

En 2018, las exportaciones del sector eólico ascendieron a 2.181,5 millones de euros frente a unas importaciones de 863,8 millones de euros. Como consecuencia, las exportaciones netas supusieron 1.317,6 millones de €, un 53,8%% de la contribución directa al PIB del sector. Con casi 24.000 empleados y una mitigación de 26 millones de toneladas de CO2. España contaba con casi 24 millones de MW de potencia instalada.

Actualmente, según la AEE:

- Hay 25.704 MW instalados en España.
- El 20.8% de la energía consumida en España procede de la eólica.
- Actualmente hay instalados 1.203 parques eólicos en 807 municipios.
- Hay construidos 207 centro de fabricación en 16 de las 17 CCAA
- En el sector eólico en trabajan alrededor de 24.000 personas
- La eólica evitó la emisión de 28 millones de toneladas de CO2 en 2019
- Tiene una aportación al PIB de 3.584 millones de €
- Actualmente es la segunda fuente de energía eléctrica en el país

1.2.3 Eólica en Cantabria

En Cantabria la energía eólica brilla por su ausencia. Existen un total de 4 parques eólicos, 2 de ellos son únicamente experimentales, con un total de 38,3 MW de potencia. A pesar de la gran cantidad de viento presente en la comunidad, Cantabria está a la cola en las CCAA en potencia instalada. Hay proyectos presentados, pero no llegan a aprobarse y construirse.

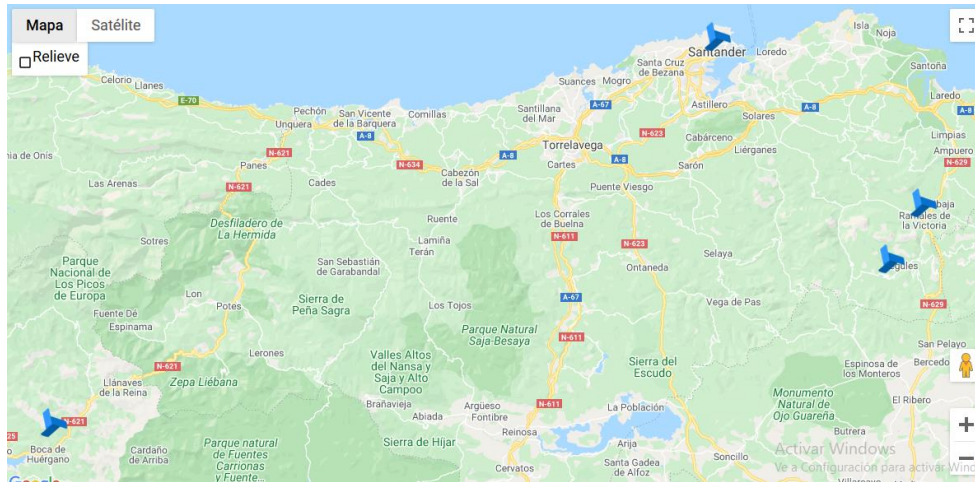


Ilustración 4 Parques eólicos en Cantabria Fuente: AEE

1.3 Localización

A la hora de elegir la localización se debe tener en cuenta los siguientes puntos básicos:

- Elevada velocidad media del viento. Pasos entre montañas, desfiladeros, colinas, ausencia de árboles o edificios que dificulten el paso del viento.
- Un riesgo bajo en cuanto a cambios bruscos de dirección y velocidad del viento, que pueden suponer un problema para los aerogeneradores.
- Cumplimiento de las restricciones medioambientales. Conocimiento de las zonas protegidas ya que sería inviable construir un parque eólico en ese lugar.
- Viabilidad de la evacuación eléctrica. Una distancia muy larga de evacuación puede suponer unos gastos elevados.

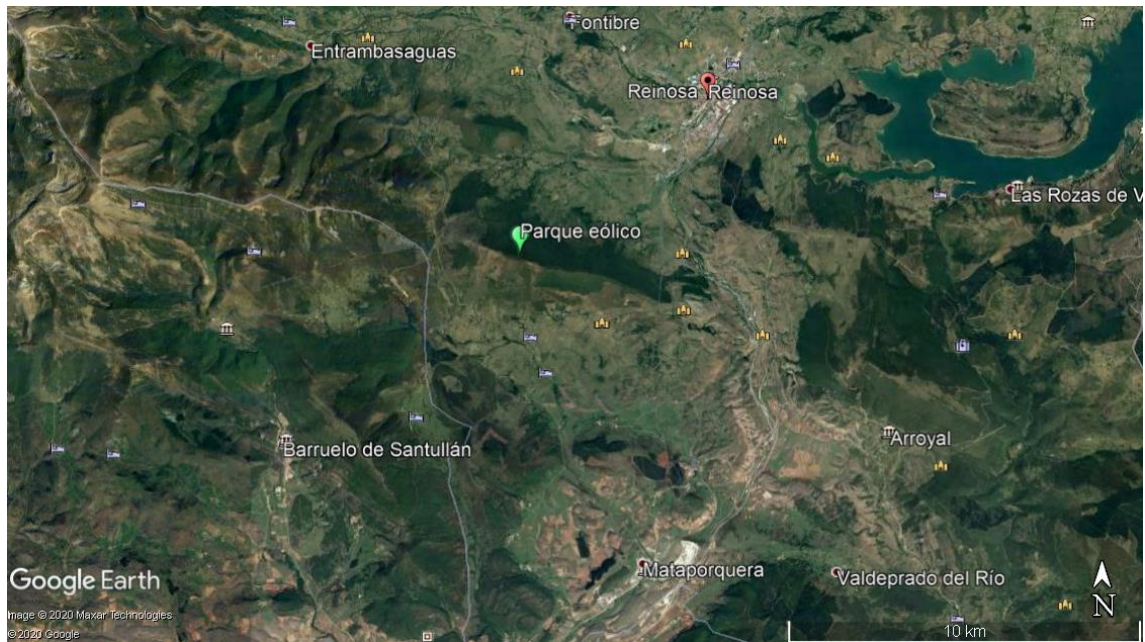


Ilustración 5 Emplazamiento vista lejana Fuente: propia

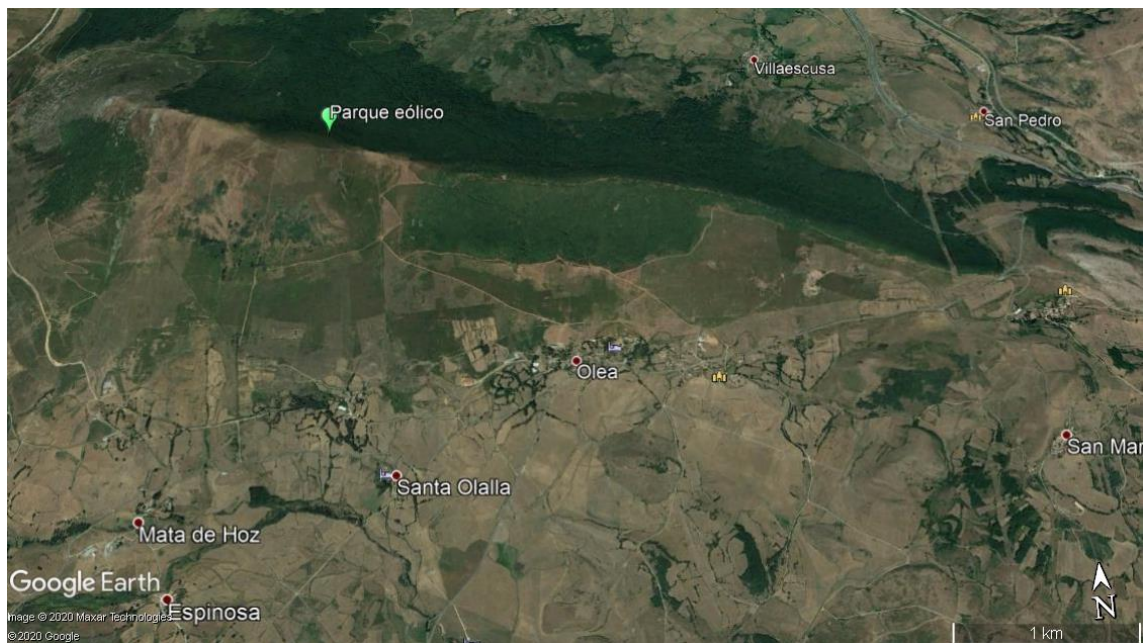


Ilustración 6 Emplazamiento vista cercana Fuente: propia

Como se puede observar en las imágenes el emplazamiento se sitúa en una colina entre Reinoso y Mataporquera, en el municipio de Valdeolea. La localidad más cercana al emplazamiento es Olea y la distancia mínima del parque a esta

localidad será de 1700 metros, por lo que no habrá ningún problema en ese sentido para la construcción del parque.

El parque irá situado en torno a las siguientes coordenadas geográficas:

Coordenadas UTM-X	Coordenadas UTM-Y
402271	4756112,9
400503,2	4756735

Tabla 1

Nótese en las imágenes la idoneidad del terreno, la ausencia de vegetación en la zona oeste de la montaña además de la proximidad de carreteras y la ausencia de estructuras. Todo esto facilitará la construcción del parque.

La elección de situarlo en Cantabria se debe a esa necesidad de aprovechamiento de los vientos de los que disponemos, y su localización al sur de Cantabria es debido a que en esa zona los vientos promedios anuales son lo suficientemente altos.

Figura 56. Distribución de la velocidad del viento

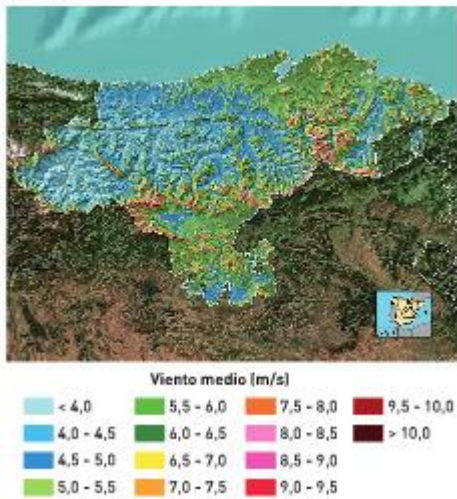


Ilustración 7, Fuente: IDAE

Figura 59. Distribución del viento y Espacios Naturales Protegidos

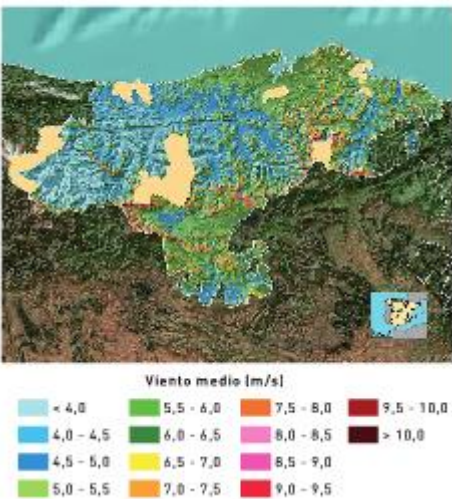


Ilustración 8, Fuente: IDAE

Se puede comprobar que parque eólico a diseñar se sitúa en la zona verde, viable para la construcción y aprovechamiento del mismo. En la foto de la derecha se puede observar las zonas protegidas donde no se puede construir ningún emplazamiento eólico, y las cuales no se acercan a la zona escogida.

También se ha constatado que no hay ningún parque eólico a menos de 1250 metros, necesario para la construcción de uno nuevo.

1.4 Vientos

Es un fenómeno meteorológico producido por la rotación y la traslación de la tierra. La radiación solar genera diferencias de temperatura en la atmósfera, lo que da origen a las diferencias de presión y al movimiento del aire.

Existen distintos tipos de vientos, diferenciándolos, de manera genérica, en permanentes, periódicos y no periódicos.

Los vientos permanentes son los que soplan de lo largo de todo el año:

Los vientos alisios. Son aquellos que soplan entre los trópicos (entre 0 y 30° en cada hemisferio, correspondiente a la célula de Hadley). Los vientos Alisios circulan en el hemisferio Norte en dirección predominante desde el noreste hacia el sudeste y sudeste hacia el noroeste en el hemisferio Sur. La zona de convergencia intertropical (ZCIT) será la zona donde coincidan los vientos alisios del hemisferio norte y del hemisferio sur, donde es habitual que se formen tormentas.

Los vientos del Oeste. Son los vientos constantes planetarios predominantes en latitudes medias (entre los 30° y los 60° en cada hemisferio), que soplan generalmente de oeste a este (célula de Ferrel)

Los vientos polares del este. Estos vientos son correspondientes a los polos (entre 60 y 90° de latitud, en la célula Polar). Soplan desde la zona de alta presión (los polos) hacia zonas de baja presión, que será la zona de convergencia con los vientos del oeste.

Los vientos periódicos son aquellos que dependen de la posición del eje terrestre. Por lo tanto, dependen de las estaciones del y los fenómenos naturales recurrentes.

Monzones. En verano tienen una dirección del mar a la tierra; y en invierno, de la tierra al mar.

Brisas. Se producen en el día y la noche, con direcciones opuestas, en todos los continentes. Todo esto se debe al hecho de que los continentes se calientan

y se enfrían con mayor rapidez que los mares dando lugar a que en la noche se presentan brisas tierra mar.

Por último, tenemos los vientos no periódicos. Que aparecen de manera ocasional.

Tornados. Remolinos permanentes de aire que poseen una gran fuerza.

Tormentas. Cumulonimbos formados por rápidas corrientes de aire ascendente.

Tromba. Remolinos fuertes en el océano.

Tifones. Grandes torbellinos atmosféricos que van en sentido antihorario.

En España tenemos siete vientos como “predominantes”, que algunos de ellos afectan a la zona de Cantabria.

Ábrego. Sopla del suroeste ya que se forma en el Atlántico. Se suelen dar principalmente en primavera y otoño. En Cantabria es conocido como viento castellano.

Tramontana. Se trata de un viento frío proveniente del norte que aumenta su velocidad en el suroeste del Macizo central francés y en los Pirineos. Tiene lugar en el nordeste de la península, entre las Islas Baleares y Cataluña.

Levante. Se origina en el Mediterráneo central, cercano a las Islas Baleares. Deja lluvias mientras desciende por el mediterráneo. Ya en la zona oeste del estrecho de Gibraltar llegará mucho más seco.

Poniente. Proveniente del océano Atlántico, desplazándose de Oeste a Este. Es un viento frío y húmedo que suele dejar precipitaciones. Dentro de este están el poniente mediterráneo y el poniente atlántico.

Galerna. Es un viento que sopla en las costas del Cantábrico. Suele aparecer de forma repentina en primavera y otoño. Es provocado por la aparición de un frente de aire frío en el que el viento cambia bruscamente de dirección.

Cierzo. Es un viento de componente noroeste, seco y de temperatura baja, localizándose en el valle del Ebro. Se genera por las diferencias de presión.

1.4.1 Rosa de los vientos

La rosa de los vientos o rosa náutica es un círculo que tiene marcados alrededor los rumbos en que se divide la circunferencia del horizonte. Se pueden observar

en las ilustraciones 9 y 10 los rumbos y los ángulos correspondientes a cada dirección. Alguna característica de la rosa de los vientos:

- Es un signo independiente a cualquier otro elemento iconográfico
- En los mapas ocupa una posición visualmente relevante
- Es el único elemento ornamental destinado a indicar la orientación de los vientos

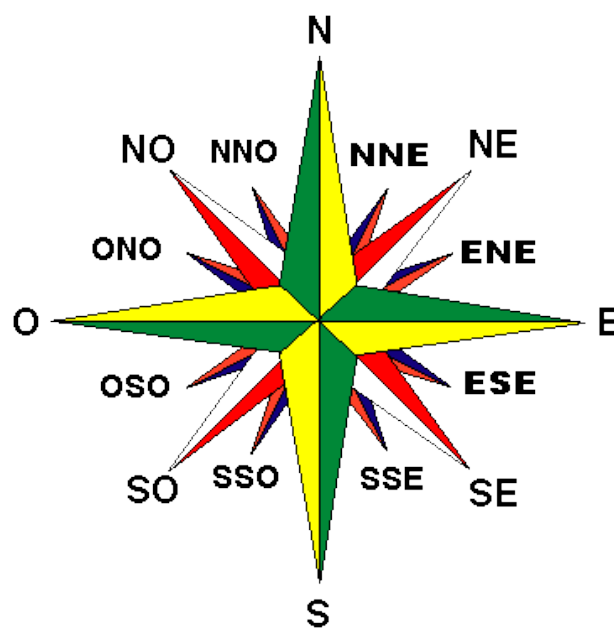


Ilustración 9 Rosa de los vientos Fuente: Google

1	NNE	Norte Noreste	22.50°
2	NE	Noreste	45.00°
3	ENE	Este Noreste	67.50°
4	E	Este	90.00°
5	ESE	Este Sudeste	112.50°
6	SE	Sudeste	135.00°
7	SSE	Sur Sudeste	157.00°
8	S	Sur	180.00°
9	SSO	Sur Sudoeste	202.50°
10	SO	Sudoeste	225.00°
11	OSO	Oeste Sudoeste	247.50°
12	O	Oeste	270.00°
13	ONO	Oeste Noroeste	292.50°
14	NO	Noroeste	315.00°
15	NNO	Norte Noroeste	337.50°
16	N	Norte	360.00°

Ilustración 10 Direcciones Rosa de los vientos Fuente: Google

En nuestro caso con los datos obtenidos de direcciones y velocidades del viento desde el 01/01/2019 hasta el 16/03/2020 hemos realizado una rosa de los vientos. Estos datos han sido obtenidos de la estación AEMET más cercana situada en Reinosa. Datos obtenidos a 80 metros de altura.

1.4.2 Ley de Betz

Cuanta mayor energía cinética extraiga un aerogenerador del viento mayor será la ralentización que tendrá al viento que sale del aerogenerador.

Si se intentara extraer toda la energía del viento, el aire saldría con una velocidad nula, es decir, el aire no podría abandonar la turbina.

En el caso contrario, el viento podría pasar a través del tubo sin ser estorbado para nada. En este caso, tampoco habríamos extraído ninguna energía del viento.

La ley de Betz dice que sólo puede convertirse menos de $16/27$ (el 59 %) de la energía cinética en energía mecánica usando un aerogenerador. Su teoría aún sirve para la construcción de generadores.

La relación entre la potencia extraída por el rotor y la potencia del flujo sin perturbaciones queda representada en la siguiente gráfica:

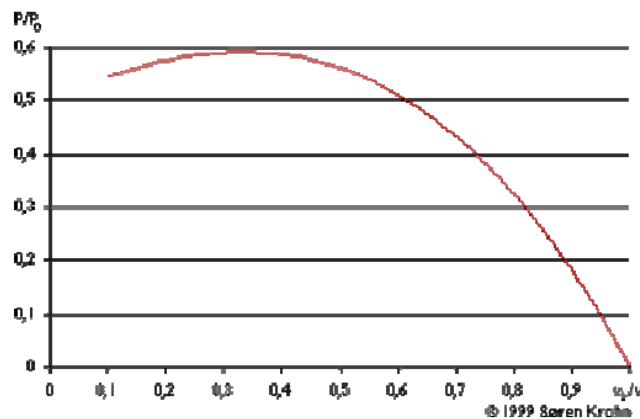


Ilustración 11 Relación de potencias: extraída por el rotor y del flujo Fuente: El rincón de la ciencia

1.4.3 Variaciones en la velocidad del viento.

A la hora del diseño y elección de un aerogenerador es muy importante conocer las variaciones de la velocidad del viento. El viento puede tener momentos de velocidades muy altas y otros donde casi no sopla el viento, pero generalmente, están concentrados en un rango de velocidades no muy amplio.

Para obtener la variación de la velocidad del viento se utiliza la estadística para aproximarlos. Generalmente se usan las funciones de distribución de Weibull y Rayleigh.

La función de distribución de Weibull depende de los parámetros: C (factor de escala) y K (factor de forma).

$$f(x) = \frac{k}{c} \left(\frac{x}{c}\right)^{k-1} \exp \left[-\left(\frac{x}{c}\right)^k \right] (k > 0, x > 0, c > 1)$$

Cuando se tiene solo la velocidad media en un periodo largo de tiempo es más aconsejable utilizar la función de Rayleigh, que depende de un solo parámetro.

$$f(x) = \frac{2x}{b^2} \exp \left(-\frac{x^2}{b^2} \right) x \geq 0$$

Se puede observar que la función de Rayleigh es igual a la función de Weibull cuando $k=2$.

Como los datos de vientos obtenidos son datos diarios a lo largo de un año se utilizará la función de distribución de Weibull.

Se realizará un ajuste de mínimos cuadrados a los datos obtenidos para obtener los factores de escala y de forma.

Obteniendo unos valores de factores de escala ($C=7,7329$) y forma ($K=2,659$), que nos permitirán conocer la energía y potencia de los aerogeneradores.

Se realiza un ajuste para obtener la gráfica no lineal con el análisis de las frecuencias y la distribución de Weibull con los parámetros calculados.

Gracias a la distribución de Weibull se obtiene el tiempo en el que los aerogeneradores habrían estado en funcionamiento en el tiempo de nuestros datos.

La probabilidad de que la velocidad del viento x esté en el intervalo comprendido entre x_0 y x_1 se calcula mediante la siguiente expresión:

$$P(x_0 \leq x \leq x_1) = \int_{x_0}^{x_1} f(x) * dx = \exp\left(\left[-\frac{x_0}{c}\right]^k\right) - \exp\left(\left[-\frac{x_1}{c}\right]^k\right)$$

Obteniendo un valor de 299 días que habría estado en funcionamiento los aerogeneradores.

Hay que tener en cuenta que los datos que tenemos son velocidades medias diarias, por lo que, aunque hayan estado en funcionamiento 299 días no implica que haya estado generando electricidad las 24 horas del día.

Con todos estos datos se elegirá el tipo de aerogenerador que mejor se adapta a las condiciones del emplazamiento.

1.5 AEROGENERADORES

1.5.1 Descripción y funcionamiento

Un aerogenerador es un apartado que transforma la energía eólica en energía eléctrica mediante rotores de palas. La cantidad de energía transferida al rotor por el viento depende de la densidad del aire, del área de barrido de las palas y de la velocidad del viento.

En referencia al área de barrido de las palas, ésta determina cuanta energía del viento es capaz de capturar el aerogenerador. A mayor diámetro de palas, la superficie es mayor y por lo tanto la energía que absorbe el rotor es mayor. Además, como es lógico, a mayor velocidad de viento, la energía que capte el aerogenerador es mayor.

Para producir esta electricidad pasa por distintas fases:

Orientación automática. El aerogenerador se orienta automáticamente de manera que su rotor se sitúe perpendicular a la dirección del viento para obtener el máximo rendimiento.

Giro de palas. Para que se produzca el movimiento de sus palas es necesario que la velocidad del viento se sitúe como mínimo entre los 3 y 4 m/s. La velocidad del viento en el que el aerogenerador obtiene su máximo rendimiento estará entre los 13 y 14 m/s.

Multiplicación. Esto no lo tienen algunos aerogeneradores, pero simplemente es un rotor que eleva las 13-15 revoluciones por minuto de un eje lento hasta las 1500.

Generación. Este movimiento se transmite al generador que producirá la energía eléctrica.

Evacuación. La energía generada se transmite hasta la base, luego a la subestación para, después de elevar su tensión, inyectarla a la red eléctrica y distribuirla a los lugares de consumo.

Monitorización. Todos los anteriores pasos se monitorizan y controlan desde el centro de control para asegurar el correcto funcionamiento del parque eólico.

1.5.2 Partes

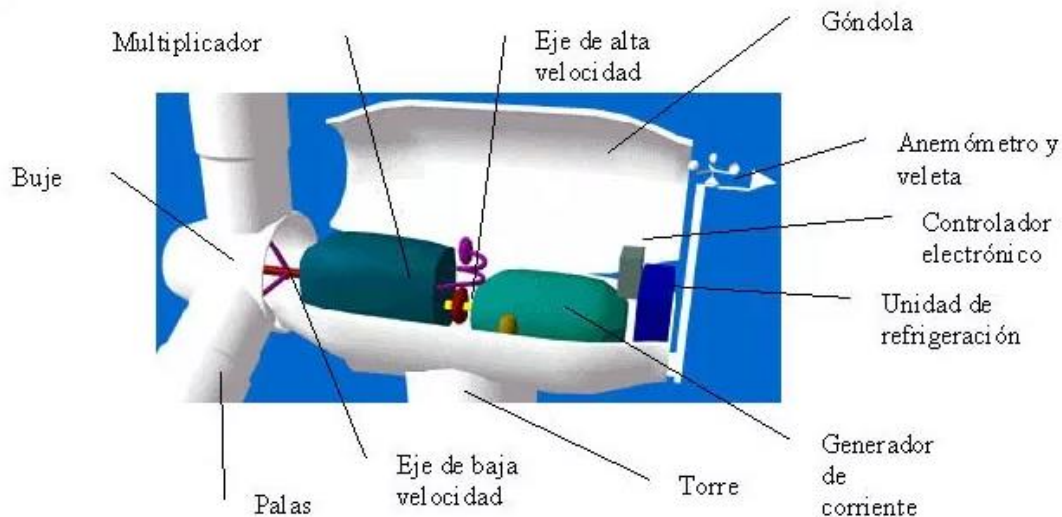


Ilustración 12 Partes de un aerogenerador Fuente: Centraleeólica

Anemómetro y veleta. Se utilizan para la orientación del aerogenerador en función del viento. El anemómetro mide la velocidad del viento y la veleta la dirección.

Controlador electrónico. Es un ordenador que se encarga de controlar el aerogenerador para que funcione correctamente y lo pare en caso de detectar algún fallo.

Unidad de refrigeración. Contiene un ventilador para enfriar el generador. También contiene un refrigerante que puede encargarse de enfriar el aceite o agua del multiplicador.

Generador de corriente. Se encarga de transformar la energía cinética del eje en electricidad. Suelen ser asíncronos o de inducción.

Torre. Soporta la góndola y el rotor. En los aerogeneradores grandes las torres pueden ser de acero, celosía u hormigón. La altura de la torre suele ser igual al diámetro del rotor.

Eje de baja velocidad. Conecta el buje del rotor al multiplicador.

Palas. Se mueven gracias al viento y transmiten ese movimiento al buje.

Buje. Conecta las palas con el eje de baja velocidad.

Multiplicador. Se encarga de aumentar las revoluciones por minuto del eje de baja velocidad, conectándolo con el eje de alta velocidad, para que el generador produzca electricidad debido a este movimiento.

Eje de alta velocidad. Conecta al multiplicador con el generador. Gira aproximadamente a unas 1500 r.p.m. Consta de un freno mecánico de emergencia.

Góndola. Contiene y protege los elementos mecánicos y eléctricos. Además, proporciona condiciones seguras para acceder y trabajar, ayudando al mantenimiento.

1.5.3 Clasificación

Los aerogeneradores se pueden clasificar según varios criterios:

- Según la potencia generada:

Baja potencia. Proporcionan potencias alrededor del rango de 50 kW, aunque pueden utilizarse varios equipos adyacentes para aumentar la potencia total suministrada. Hoy en día siguen utilizándose como fuente de energía para sistemas mecánicos o como suministro de energía en equipos aislados

Potencia media. Proporcionan potencias en torno a los 150 kW. Su utilidad es parecida a los de baja potencia y suelen estar conectados a la red.

Alta potencia. Se utilizan para la producción de energía y se encuentran principalmente en grupos en parques eólicos, ya sean onshore u offshore. Estos equipos llegan proporcionar potencias en el orden del gigavatio.

- Según el número de palas:

Monopala. Estos requieren una mayor velocidad de giro que los bipala y tripala para producir la misma energía de salida. Necesitará un contrapeso en el lado opuesto de la pala. Por otro lado, ahorra en costes.

Bipala También ahorrará en costes respecto de los tripala. Los bipala ya requieren de un diseño más complejo. Necesitarán también mayor velocidad de giro que los tripala para producir la misma energía.

Tripala. El más empleado en la actualidad, tres palas colocadas formando 120° entre sí. El motivo se debe a que rinden mucho mejor que los anteriores.

Multipala. Los rotores multipala, tipo americano, tienen por uso casi excluyente el bombeo de agua. Su elevada fuerza de arranque y su relativo bajo costo los hace muy aptos para accionar bombas de pistón.

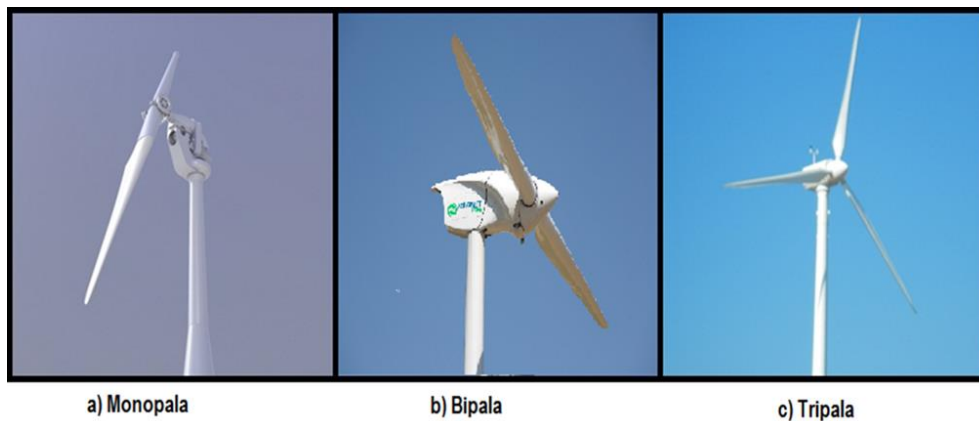


Ilustración 13 Tipos de aerogeneradores en función del número de palas Fuente: eoliccat

- Según la posición de su eje principal:

Eje horizontal. Se denominan de eje horizontal debido a que tienen su eje principal paralelo al suelo. Se caracterizan por girar las palas en dirección perpendicular a la dirección del viento. Son los aerogeneradores más utilizados y los que podemos encontrar en los parques eólicos. Debido a que se construyen con una torre muy elevada aprovechan en mayor medida el aumento de la velocidad del viento con la altura. Esto último también podría ser un inconveniente, ya que precisa de una estructura que resista todo el peso.

Eje vertical. En este tipo de aerogeneradores las palas girarán en torno a un eje vertical. Tienen ventajas respecto del eje horizontal como pueden ser que no precisan de sistema de orientación, o que los equipos de generación y control se sitúan al pie de la estructura, lo que facilita el acceso y abaratando el costo de mantenimiento. La producción energética de este tipo de aerogeneradores es menor en comparación con los de eje horizontal. Existen tres tipos de aerogeneradores verticales: Savonius, Giromill y Darrieus.



Ilustración 14 Aerogenerador horizontal Fuente: Eoliccat



Ilustración 15 Aerogenerador vertical Fuente: Eoliccat

1.5.4 Selección

Los aerogeneradores para este parque eólico van a ser suministrados por la empresa Vestas. Tiene un amplio catálogo de aerogeneradores y la elección ha sido el aerogenerador V110-2.0 MW. Es un aerogenerador con una máxima eficiencia para vientos bajos y con bajas frecuencias. La selección se ha realizado teniendo en cuenta la distribución de Weibull obtenida anteriormente, donde habrá vientos de velocidades principalmente de 6 m/s. Se puede añadir el efecto colina que aparecerá en el emplazamiento y provocará el aumento de la velocidad del viento.

Presenta las siguientes características, obtenidas del catálogo de Vestas.

Technical Specifications

OPERATIONAL DATA		GEARBOX	
Rated power	2,000 kW	Type	one planetary stage and two helical stages
Cut-in wind speed	3 m/s	TOWER	
Cut-out wind speed	20 m/s	Type	tubular steel tower
Re cut-in wind speed	18 m/s	Hub heights	80 m (IEC IIIA), 95 m (IEC IIIA/IIIB), 110 m (IEC IIIB), 120 m (IEC IIIB) and 125 m (IEC IIIB)
Wind class	IEC IIIA	NACELLE DIMENSIONS	
Operating temperature range standard turbine	-20 ° C to 40 ° C	Height for transport	4 m
Operating temperature range low temperature turbine	-30 ° C to 40 ° C	Height installed (incl. CoolerTop®)	5.4 m
SOUND POWER		Length	10.4 m
Maximum	107.6 dB*	Width	3.5 m
* Noise modes available		HUB DIMENSIONS	
ROTOR		Max. transport height	3.4 m
Rotor diameter	110 m	Max. transport width	4 m
Swept area	9,503 m²	Max. transport length	4.2 m
Air brake	full blade feathering with 3 pitch cylinders	BLADE DIMENSIONS	
ELECTRICAL		Length	54 m
Frequency	50/60 Hz	Max. chord	3.9 m
Generator type	4-pole (50 Hz)/6-pole (60 Hz) doubly fed generator, slip rings	Max. weight per unit for transportation	70 tonnes

Ilustración 16 Especificaciones técnicas aerogenerador V110-2.0 MW Fuente: Vestas

De estas características destaca los 2MW de potencia, los 3m/s de velocidad del viento para la activación del aerogenerador y la clase IEC IIIA, que indica que tiene una máxima eficiencia en vientos bajos.

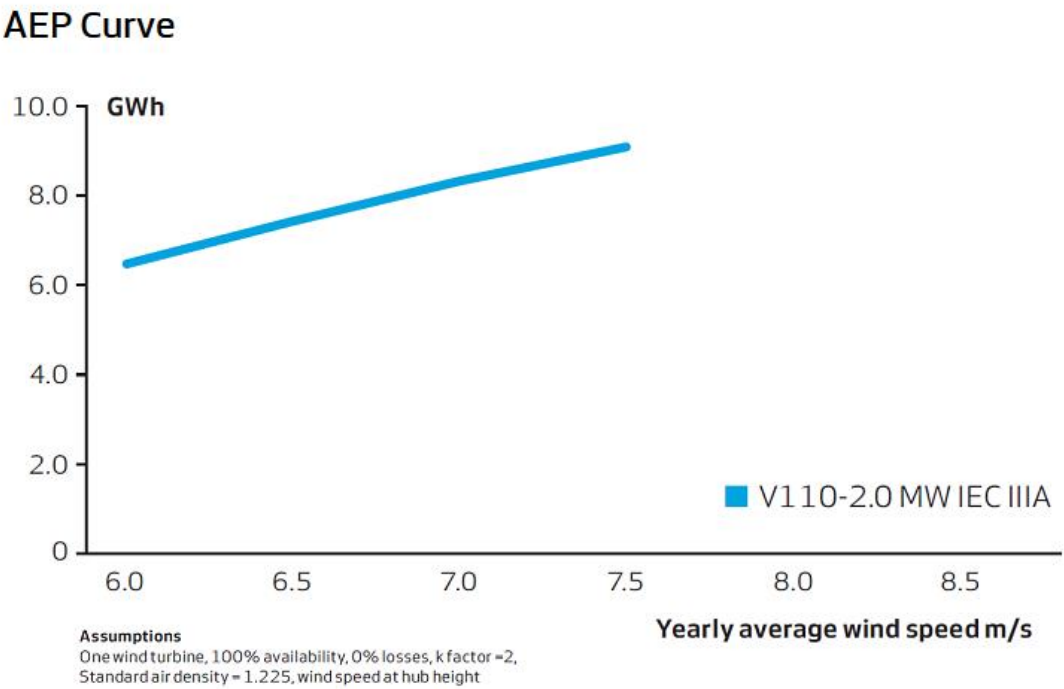


Ilustración 17 Curva AEP Fuente: Vestas

Se puede observar la curva de producción energética anual para las diferentes medias de vientos con un factor K=2.

- High Wind Operation
- Power Mode (site specific)
- Condition Monitoring System
- Vestas Ice Detection
- Smoke Detection
- Shadow Detection
- Low Temperature Operation to -30 ° C
- Aviation Lights
- Aviation Markings on the Blades
- Vestas IntelliLight™

Ilustración 18 Características adicionales aerogenerador V110-2.0 MW Fuente: Vestas

Vestas expone algunas características más del aerogenerador, útiles para la prevención de errores tanto en el funcionamiento como a la hora de realizar cálculos para el emplazamiento.

En el catálogo de Vestas se puede elegir la altura de la torre entre distintas opciones. Realizando un pequeño cálculo se puede obtener la altura idónea de las torres para un emplazamiento específico.

Con la altura de las torres obtenida para los aerogeneradores se ha elegido una altura de 80 metros.

1.6 Emplazamiento



Ilustración 19 Emplazamiento, vista norte Fuente: propia

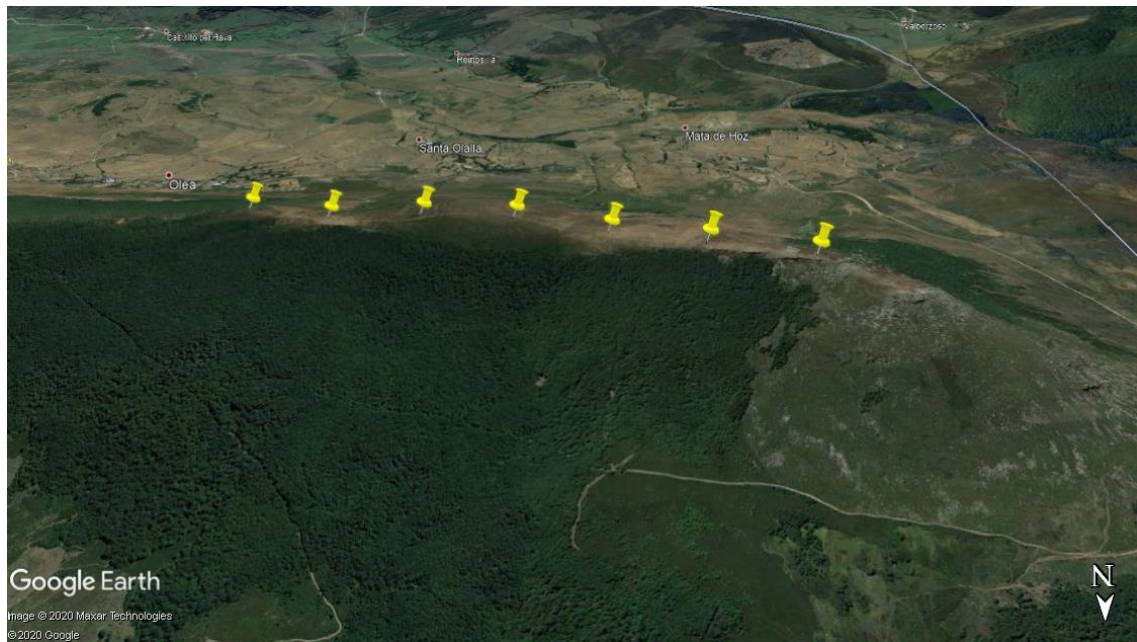


Ilustración 20 Emplazamiento, vista sur Fuente: propia



Ilustración 21 Emplazamiento vista norte superior Fuente: propia

Se puede observar en las imágenes el emplazamiento desde la dirección Norte, y Sur, la dirección a la que se colocarán los aerogeneradores. El parque eólico constará de siete aerogeneradores. La separación de los mismos será de tres veces el diámetro del rotor. La distancia entre aerogeneradores será de $3D$ (330 m) tres veces el diámetro del rotor, ya que el diámetro del rotor es de 110m. Está colocados en lo alto de la montaña para que haya menor rugosidad del viento.

La localización exacta de los aerogeneradores, en coordenadas UTM:

Aerogenerador	Coordenadas UTM-X	Coordenadas UTM-Y
01	402271	4756112,9
02	401949,9	4756240,9
03	401662	4756316,9
04	401350,9	4756368
05	401051,6	4756487,7
06	400759,2	4756637,8
07	400503,2	4756735

Tabla 6

1.7 Cálculo de la producción energética

Para la producción energética del parque se ha tenido en cuenta la potencia de cada aerogenerador obtenida a través del catálogo del V110-2.0 MW de Vestas, el cual proporciona la curva de potencia para las diferentes velocidades.

La producción teórica del parque eólico será el producto de la producción de un aerogenerador al cabo de un año multiplicado por el número de aerogeneradores.

$$Prod.Bruta = 7000 \frac{Mwh}{año} * 7 aerogeneradores = 49.000 \frac{Mwh}{año}$$

A partir de aquí habrá que añadir pérdidas para obtener la producción real al cabo de un año. Los factores que influyen en la producción son los siguientes:

Indisponibilidad. Se trata de tiempo que los aerogeneradores no están disponibles debido a mantenimiento y reparaciones. Se ha considerado un coeficiente de indisponibilidad de un 3%

Pérdidas eléctricas. Tendremos pérdidas eléctricas en el aerogenerador y componentes de este y pérdidas en la subestación eléctrica, conexiones, etc. Todas aquellas pérdidas desde que sale del aerogenerador hasta que llega al punto de venta. El coeficiente de pérdidas aplicado para este caso es de un 4%.

Efecto estela. El viento a la salida del aerogenerador tiene una velocidad menor que a la entrada. Este efecto es una sombra que proyecta la turbina en la

dirección del viento reduciendo su velocidad y obligando al distanciamiento entre aerogeneradores. La distancia mínima entre aerogeneradores puede variar. Algunas empresas utilizan una distancia de tres veces el diámetro del rotor de los aerogeneradores, otras deciden aumentar esa distancia. No hay una distancia perfecta ya que depende de muchos parámetros y es muy difícil calcular la pérdida de producción por este efecto. En este caso no será necesario aplicar ningún factor al efecto estela ya que la disposición de los aerogeneradores permite que no se vean influenciados por este efecto.

Otros. Hay otros factores que influyen en la producción, que puede ser el hielo, la histéresis por viento alto, o pérdidas por desvío del aerogenerador. El coeficiente aplicado será de un 3%.

1.8 Viales y plataformas

1.8.1 Viales

Lo primero a considerar será el transporte de los aerogeneradores y equipos complementarios para la implantación de toda la estructura eólica. Las dimensiones de los aerogeneradores son lo suficientemente grandes como para tener que acondicionar el terreno.

Se tratará de aprovechar todas las infraestructuras civiles existentes, aunque es posible que se necesite realizar ciertas obras.

El acceso a los aerogeneradores se realizará a través de la CA-284, en la intersección con la CA-832. A partir de ahí se toma el camino rural hacia la colina en dirección oeste a lo largo de 3,7 km hasta llegar al parque eólico.



Ilustración 22 Acceso al parque eólico Fuente: propia

La ruta indicada en rojo será la elegida para llegar al parque. La elección de este camino se debe a que es el camino con menor pendiente, que facilitará el traslado de todos los materiales.

Las características de la ruta son las siguientes:

Distancia (m)	3.730	
Pendiente máxima	13.3%	-10.5%
Pendiente media	6.9%	-4.3%
Altura Inicio/Final (m)	1.092	1.401

Tabla 8



Ilustración 23 Ruta de acceso aerogeneradores Fuente: propia

La ruta de los aerogeneradores (en color verde) tendrá las siguientes características:

Distancia (m)	1.900	
Pendiente máxima	13.8%	-12.5%
Pendiente media	7.1%	-3.9%
Altura Inicio/Final (m)	1.403	1.537

Tabla 9

El camino indicado se mantendrá para el posterior mantenimiento y control operacional.

Las acciones que realizar en el proceso de construcción son:

- Balizamiento de las zonas de trabajo, restringiendo la circulación de vehículos externos a la obra.
- Adecuación de superficies de acopio de materiales: en ocasiones con casetas de obra.
- Eliminar aquella vegetación que se interponga en los viales para el correcto paso de los materiales.

- Explicar el terreno y movimiento de tierra para adecuarlo a las necesidades.
- Realización del firme: empleo de materiales de construcción no asfálticos, como la zahorra.
- En el caso de corrientes de agua crear obras de drenaje en los caminos.
- Eliminación de los materiales sobrantes y de las instalaciones provisionales.
- Almacenamiento y trasiego de aceites y combustibles.

En la ruta indicada existe un camino rural que facilitará las obras considerablemente.

Las para la construcción de estos caminos serán:

Para los caminos rectos una anchura mínima de 8 m. Este ancho queda determinado por los camiones y la pendiente en el camino.

Para los tramos curvos una anchura mínima de 10 m.

Radio de curvatura. Es necesario para el transporte de las palas que no exista ningún obstáculo ni en la zona exterior ni en la interior, debido al vuelo de la pala sobre el transporte. El radio exterior máximo se calcula con la siguiente fórmula:

$$R_{ext} = \sqrt{((R_{int} + 3)^2 + (\frac{L_{pala} + 6}{2})^2)}$$

L_{pala} es la longitud de la pala de nuestro aerogenerador. Para el aerogenerador elegido la longitud de la pala es de $L_{pala} = 54m$

Se ha realizado una tabla de radios exteriores para los distintos radios interiores que pudiera haber en el camino

R int (m)	R ext (m)	Ancho (m)	R medio (m)
8	31,95	23,95	19,98
9	32,31	23,31	20,66
10	32,70	22,70	21,35
11	33,11	22,11	22,05
12	33,54	21,54	22,77
13	34,00	21,00	23,50
14	34,48	20,48	24,24
15	34,99	19,99	24,99
16	35,51	19,51	25,76
17	36,06	19,06	26,53
18	36,62	18,62	27,31
19	37,20	18,20	28,10
20	37,80	17,80	28,90
21	38,42	17,42	29,71
22	39,05	17,05	30,53
23	39,70	16,70	31,35
24	40,36	16,36	32,18
25	41,04	16,04	33,02
26	41,73	15,73	33,86
27	42,43	15,43	34,71
28	43,14	15,14	35,57
29	43,86	14,86	36,43
30	44,60	14,60	37,30
31	45,34	14,34	38,17
32	46,10	14,10	39,05
33	46,86	13,86	39,93
34	47,63	13,63	40,82
35	48,41	13,41	41,71
36	49,20	13,20	42,60
37	50,00	13,00	43,50
38	50,80	12,80	44,40
39	51,61	12,61	45,31
40	52,43	12,43	46,22
41	53,25	12,25	47,13
42	54,08	12,08	48,04
43	54,92	11,92	48,96
44	55,76	11,76	49,88
45	56,60	11,60	50,80

Tabla 10

1.8.2 PLATAFORMAS

Al igual que para el transporte de los equipos, en las labores de instalación de los aerogeneradores se requieren infraestructuras auxiliares de ingeniería. Son plataformas de montaje sobre las que se situarán las grúas para el izado de las torres y demás componentes de los aerogeneradores.

Se dispondrá plataformas de montaje en cada aerogenerador con las dimensiones que especifica el fabricante de los aerogeneradores. Tener en cuenta que si se utilizan materiales ligeros será una gran ventaja porque reducirá las dimensiones necesarias de las plataformas. Para este caso será necesario que las dimensiones de las plataformas tengan un mínimo de 35 m x 40 m.

Estas plataformas van a tener que soportar los pesos de las grúas que ascienden a las 500 toneladas.

En todas las plataformas hay que habilitar un espacio para el acopio de material (tramos de torre, palas, barquilla, etc...).

La superficie de acopio ya sea en la plataforma o en los lados de los viales tiene que ser llana y con la superficie compactada.

1.9 CIMENTACIONES

Lo primero, para saber qué cimentación será la que mejor se adapte al terreno se realizará un estudio geotécnico. Las cimentaciones han de ser capaces de soportar los esfuerzos en condiciones de máximo viento durante 50 años.

Estas plataformas se realizan con un nivel de compactación acorde a las cargas que soporta. Si fuese necesario se aplicará zahorra artificial.

La cimentación de los aerogeneradores consiste en una zapata de hormigón armado cuya unión con el aerogenerador se materializa mediante un pedestal de acero, embebido en el hormigón.

Existen diferentes geometrías en las zapatas, las cuales se diferencian tanto en precio, como en cantidad de armadura necesaria para su construcción, o el tipo de esfuerzo que aguanta con mayor facilidad, ya sea a flexión a una u otra dirección, cortante, etc.

Una vez se tenga la zapata en cada situación del emplazamiento, se colocará la virola. La virola es la parte de la torre que queda en el interior de la cimentación. La cota de la virola debe ser siempre inferior a la de la plataforma, para asegurar la integridad estructural del conjunto.

Para poder determinar la zapata más adecuada para el parque en cuestión se contratará a una empresa acreditada para la realización del estudio. Con los resultados obtenidos se determinará qué tipo de zapata y las dimensiones serán las más adecuadas.

Anexo I

Estudio de vientos

Indice

1. Estudio de vientos.....41

1.1 Obtención de vientos.....43

1.2 Rosa de los vientos.....43

1.3 Estudio de la variación del viento.....46

1.4 Cálculo de la altura de las torres de los aerogeneradores.....49

1.5 Cálculo de la producción energética.....50

1.6 Cálculo del radio exterior de los vales.....51

1.1 Obtención de vientos

Para la obtención de los vientos en la zona se ha realizado un estudio de vientos a lo largo de 12 meses, necesario para poder determinar la energía a generar, la orientación de los aerogeneradores, el tipo de aerogenerador idóneo, etc.

Se han obtenido los datos de AEMET, que proporciona los datos de vientos para un periodo específico a 80 m. Estos datos servirán como base para la realización del estudio de vientos.

1.2 Rosa de los vientos

La rosa de los vientos o rosa náutica es un círculo que tiene marcados alrededor los rumbos en que se divide la circunferencia del horizonte.

En este caso con los datos obtenidos de direcciones y velocidades del viento desde el 01/01/2019 hasta el 16/03/2020 se ha realizado una rosa de los vientos.

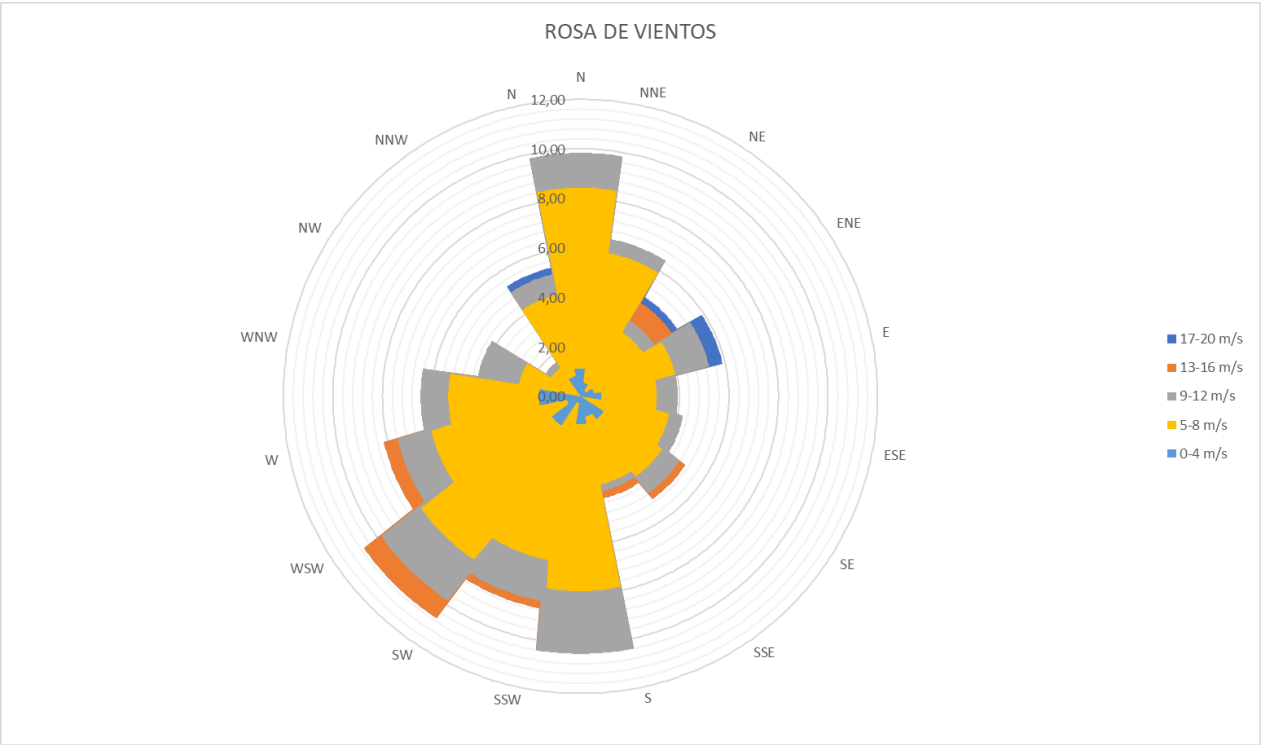


Tabla 11 Rosa de los vientos Fuente: propia

DIRECCION	0-4 m/s	5-8 m/s	9-12 m/s	13-16m/s	17-20 m/s	Total general
N	1,12	7,30	1,40	0,00	0,00	9,83
NNE	0,56	5,34	0,56	0,00	0,00	6,46
NE	0,28	2,81	0,56	0,84	0,28	4,78
ENE	0,56	3,37	1,40	0,00	0,56	5,90
E	0,84	2,25	0,84	0,00	0,00	3,93
ESE	0,00	3,65	0,56	0,00	0,00	4,21
SE	1,12	2,81	0,84	0,28	0,00	5,06
SSE	0,84	2,81	0,28	0,28	0,00	4,21
S	1,12	6,74	2,53	0,00	0,00	10,39
SSW	0,28	6,46	1,69	0,28	0,00	8,71
SW	1,40	6,46	1,97	0,84	0,00	10,67
WSW	0,56	5,62	1,40	0,56	0,00	8,15
W	1,69	3,65	1,12	0,00	0,00	6,46
WNW	0,00	2,53	1,69	0,00	0,00	4,21
NW	0,00	1,40	0,28	0,00	0,00	1,69
NNW	0,84	3,37	0,84	0,00	0,28	5,34

Tabla 12 Resumen vientos Fuente: propia

Como se puede comprobar en la rosa de los vientos realizada tendremos unos vientos donde la dirección más habitual es suroeste, con una frecuencia que supera el 10% y con unas velocidades adecuadas para el funcionamiento de nuestros aerogeneradores. Es necesario realizar una rosa de los vientos para conocer la futura orientación de los aerogeneradores.

Habría dos orientaciones posibles para nuestros aerogeneradores: sur y suroeste. La decisión tomada como viento predominante ha sido: Sur. La razón de elegir sur por delante de suroeste es porque, como se puede ver en la tabla, existe una frecuencia de 1,12 para velocidades menores de 4 m/s en vez de 1,40 que habría en la dirección suroeste. Además, también hay una mayor frecuencia en 9-12 m/s aunque no soplen vientos en esa dirección con velocidades entre 13 y 16 m/s. Teniendo en cuenta el aerogenerador elegido

que será idóneo para vientos bajos la decisión correcta será tomar como viento predominante Sur.

1.3 Estudio de la variación del viento

Para obtener la variación de la velocidad del viento se utiliza la estadística para aproximarlos. Generalmente se usan las funciones de distribución de Weibull y Rayleigh.

La función de distribución de Weibull depende de los parámetros: C (factor de escala) y K (factor de forma).

$$f(x) = \frac{k}{c} \left(\frac{x}{c}\right)^{k-1} \exp\left[-\left(\frac{x}{c}\right)^k\right] (k > 0, x > 0, c > 1)$$

Si se tiene solo la velocidad media en un periodo largo de tiempo es más aconsejable utilizar la función de Rayleigh, que depende de un solo parámetro.

$$f(x) = \frac{2x}{b^2} \exp\left(-\frac{x^2}{b^2}\right) x \geq 0$$

Se puede observar que la función de Rayleigh es igual a la función de Weibull cuando $k=2$.

Como los datos obtenidos son datos diarios a lo largo de un año la función de Weibull es la que mejor resultado proporciona.

Se ha realizado un ajuste lineal de mínimos cuadrados a los datos mediante el programa Matlab, quedando la siguiente gráfica:

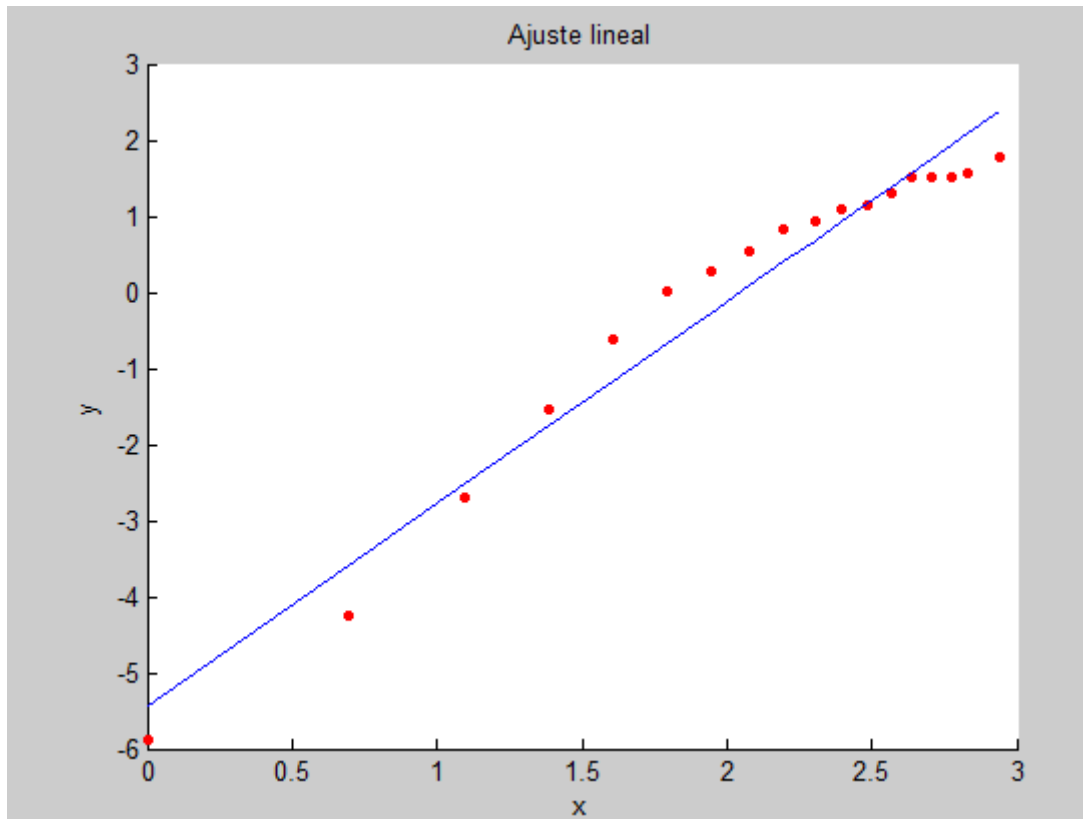


Tabla 13 Ajuste por mínimos cuadrados de los datos de vientos. Fuente: propia

Obteniendo unos valores de factores de escala ($C=7,7329$) y forma ($K=2,659$), que permitirán conocer la energía y potencia de los aerogeneradores.

Es necesario realizar un ajuste para obtener la gráfica no lineal con el análisis de las frecuencias y la distribución de Weibull con los parámetros calculados.

Gracias a la distribución de Weibull se puede obtener el tiempo en el que los aerogeneradores habrían estado en funcionamiento en el tiempo de nuestros datos.

La probabilidad de que la velocidad del viento x esté en el intervalo comprendido entre x_0 y x_1 se calcula mediante la siguiente expresión:

$$P(x_0 \leq x \leq x_1) = \int_{x_0}^{x_1} f(x) * dx = \exp\left(\left[-\frac{x_0}{c}\right]^k\right) - \exp\left(\left[-\frac{x_1}{c}\right]^k\right)$$

El resultado obtenido es de 299 días de funcionamiento de los aerogeneradores a lo largo de un año. Esto implica que los aerogeneradores funcionen al menos un tiempo cada día, no es necesario que estén las 24 horas generando electricidad.

Con todos estos datos se obtendrán los aerogeneradores que mejor se adaptan al emplazamiento.

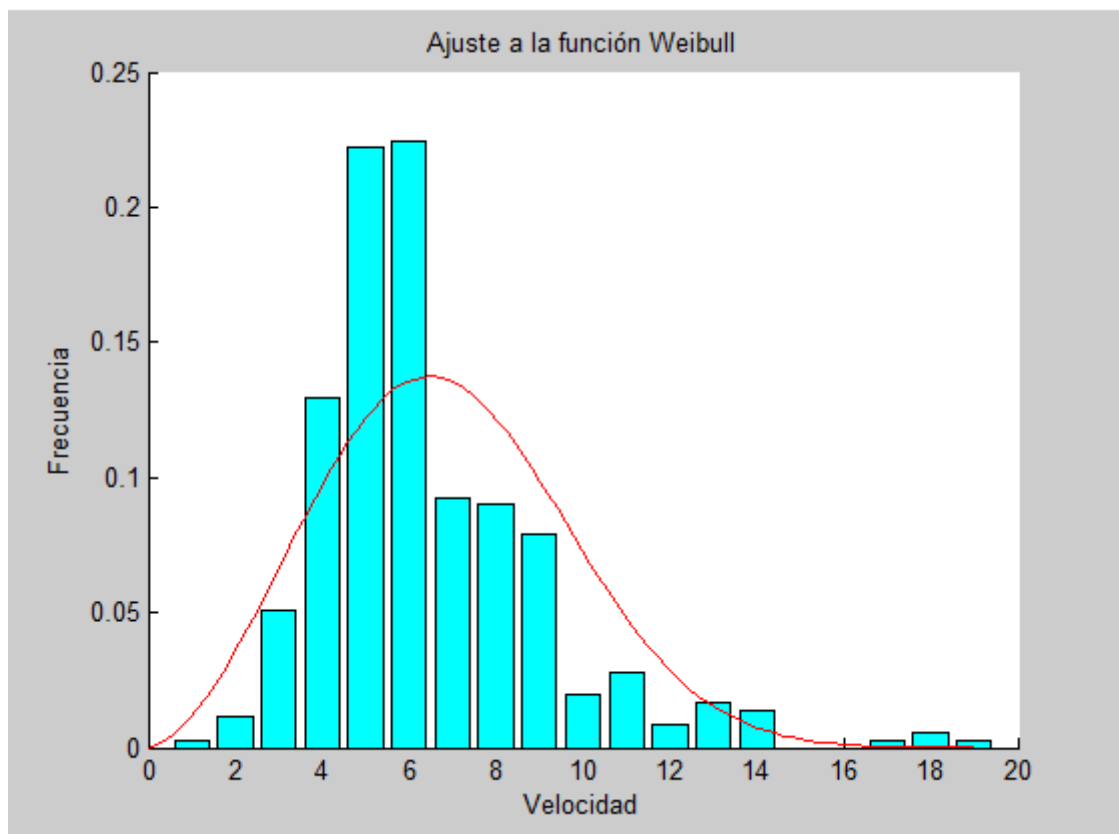


Tabla 14 Gráfica distribución de Weibull Fuente: propia

El área bajo la curva, al ser frecuencias, será de valor 1. Los vientos más comunes tendrán una velocidad entre los 5 y los 6 m/s, con alta frecuencia también hasta los 9 m/s.

Exactamente la velocidad media del viento calculada es de 6,44 m/s

1.4 Cálculo de la altura de las torres de los aerogeneradores

Para elegir la altura de la torre (ya que Vestas ofrece varias opciones) hay que realizar un cálculo de la producción en función de la altura de los datos de vientos obtenida previamente y altura de la torre.

$$V(h) = V_0 * \frac{h^\alpha}{h_0}$$

$V(h)$ es la velocidad obtenida al elegir la altura h

V_0 es nuestra velocidad media

$h=80m$, se trata la altura a la que hemos obtenido la información de los vientos

h_0 es la altura de la torre para las comprobaciones

$\alpha=0,7$ es un factor de rugosidad, hemos elegido ese valor ya que al encontrarse en una colina no es un terreno muy accidentado y sin una gran influencia del terreno.

Realizando los cálculos para las diferentes alturas hemos concretado que la mejor altura para nuestras torres sea de 80m, que nos ofrece el catálogo de Vestas.

1.5 Cálculo de la producción energética

Para la producción energética del parque se ha tenido en cuenta la potencia de cada aerogenerador obtenida a través del catálogo del V110-2.0 MW de Vestas, el cual proporciona la curva de potencia para las diferentes velocidades.

La producción teórica del parque eólico será el producto de la producción de un aerogenerador al cabo de un año multiplicado por el número de aerogeneradores.

$$Prod. Bruta = 7000 \frac{Mwh}{año} * 7 aerogeneradores = 49.000 \frac{Mwh}{año}$$

A partir de aquí es necesario que añadir pérdidas para obtener la producción real al cabo de un año. Los factores que influyen en la producción son los siguientes:

Indisponibilidad.

Pérdidas eléctricas.

Efecto estela.

Otros.

Aerogeneradores	Potencia unitaria (MW)	Prod. Bruta (MWh/año)	Pérdidas(%)			Prod. Neta
			Indis.	Eléc.	Otros	
A1	2	7000	3	4	3	6300
A2	2	7000	3	4	3	6300
A3	2	7000	3	4	3	6300
A4	2	7000	3	4	3	6300
A5	2	7000	3	4	3	6300
A6	2	7000	3	4	3	6300
A7	2	7000	3	4	3	6300
Total	14	49000				44100

Tabla 15 Producción del parque Fuente: propia

Por lo tanto, en este parque se tendrá una producción neta de 44.100 MWh/año.

1.6 Cálculo del radio exterior de los viales

A la hora de calcular la anchura de los viales hay que tener especial atención a las curvas.

Es necesario calcular el radio de curvatura exterior de los viales en función de los aerogeneradores a transportar.

$$R_{ext} = \sqrt{((R_{int} + 3)^2 + (\frac{L_{pala} + 6}{2})^2)}$$

L_{pala} es la longitud de la pala de nuestro aerogenerador. En este caso es de 54m.

Los resultados obtenidos para los distintos radios interiores quedan recogidos en la tabla 10

R int (m)	R ext (m)	Ancho (m)	R medio (m)
8	31,95	23,95	19,98
9	32,31	23,31	20,66
10	32,70	22,70	21,35
11	33,11	22,11	22,05
12	33,54	21,54	22,77
13	34,00	21,00	23,50
14	34,48	20,48	24,24
15	34,99	19,99	24,99
16	35,51	19,51	25,76
17	36,06	19,06	26,53
18	36,62	18,62	27,31
19	37,20	18,20	28,10
20	37,80	17,80	28,90
21	38,42	17,42	29,71
22	39,05	17,05	30,53
23	39,70	16,70	31,35
24	40,36	16,36	32,18
25	41,04	16,04	33,02
26	41,73	15,73	33,86
27	42,43	15,43	34,71
28	43,14	15,14	35,57
29	43,86	14,86	36,43
30	44,60	14,60	37,30
31	45,34	14,34	38,17
32	46,10	14,10	39,05
33	46,86	13,86	39,93
34	47,63	13,63	40,82
35	48,41	13,41	41,71
36	49,20	13,20	42,60
37	50,00	13,00	43,50
38	50,80	12,80	44,40
39	51,61	12,61	45,31
40	52,43	12,43	46,22
41	53,25	12,25	47,13
42	54,08	12,08	48,04
43	54,92	11,92	48,96
44	55,76	11,76	49,88
45	56,60	11,60	50,80

Tabla 16 Radios mínimos para curvas en viales Fuente: propia

El uso de estos tramos curvos será mínimo gracias a las pocas curvas que tenemos en el tramo.

Anexo II

Estudio de la instalación eléctrica

Índice

1. Estudio de la instalación eléctrica.....	53
1.1 Infraestructura eléctrica del parque.....	55
1.2 Tensiones nominales utilizadas.....	56
1.3 Niveles de aislamiento.....	57
1.4 Distancia mínima entre fases.....	57
1.5 Centro de transformación.....	58
1.5.1 Celdas de conexión a la red de media tensión.....	59
1.6 Transformadores de los aerogeneradores.....	62
1.7 Red de media tensión.....	63
1.7.1 Cableado de la red.....	63
1.8 Subestación eléctrica.....	65
1.8.1 Emplazamiento.....	65
1.8.2 Instalación eléctrica.....	66
1.8.2.1 Características de la red de alimentación.....	66
1.8.2.2 Características de la aparamenta de media tensión, zona interior.....	66
1.8.2.3 Zona intemperie.....	67
1.8.2.4 Transformador de servicios auxiliares.....	67
1.8.2.5 Instalaciones secundarias.....	67
1.9 Edificio de control.....	68

1.1 Infraestructura eléctrica del parque

La infraestructura eléctrica del parque eólico está constituida por:

Aerogeneradores. Son los elementos principales de la producción de la energía.

Centros de transformación. Cada aerogenerador contará con su propio centro de transformación BT/MT. Los centros de transformación también pueden situarse fuera de la torre. Cuando se sitúan fuera de la torre suelen ser edificios prefabricados y cuyas dimensiones dependen según el tipo de aerogenerador o grupo de aerogeneradores conectados a él.

Línea de aerogeneradores de MT. Una línea subterránea interconectará los centros de transformación de los aerogeneradores y transportará la energía generada hasta los centros de seccionamiento. El trazado de la red de MT. Se basa en la disposición de los aerogeneradores y es aconsejable que el cableado siga la dirección de los caminos de acceso a los aerogeneradores.

Subestación. Se encargará de conectar la red de media tensión del parque con la red de la compañía eléctrica.

Evacuación de alta tensión. Esto puede pertenecer o no al parque eólico. La forma más eficiente de evacuar la energía producida es en Alta Tensión, favoreciendo a la reducción de pérdidas eléctricas. Este tipo de conexión puede ser soterrada o aérea.

Líneas de comunicación. Son el conjunto de líneas de fibra óptica para comunicaciones de los sistemas de control y protección de las instalaciones y del sistema de control eólico.

Torre meteorológica. Esta torre es destinada a la correcta medición de los vientos.

El parque eólico de Valdeolea está constituido por 7 aerogeneradores de 2000 kW de potencia unitaria, una altura de buje de 80m y una tensión de aerogenerador de 690V.

Cada aerogenerador tendrá un centro de transformación asociado en la base de la torre, con un transformador de aislamiento seco y las celdas de interconexión y protección. Además, los aerogeneradores se conectarán mediante una línea subterránea de M.T. de 20kV al centro de control y seccionamiento.

1.2 Tensiones nominales utilizadas

La tensión de salida del aerogenerador Vestas V110-2MW es de 690 V, por lo que se fijará la tensión de baja tensión (B.T.) en 690V.

Para las tensiones M.T. y A.T. se utilizarán tensiones normalizadas.

Categoría de la línea	Tensión nominal (kV)	Tensión más elevada (kV)
3º	3	3,6
	6	7,2
	10	12
	15	17,5
	20	24
2º	30	36
	45	52
	66	72,5
1º	132	145
	220	245
	380	420

Tabla 17. Fuente: ITC-LAT 07

La tensión para M.T. será de 20 kV, siendo Um de 24 kV.

La tensión de A.T. en 66kV, siendo Um de 72,5 kV.

Si existiese una tensión diferente a las normalizadas se utilizará la normalizada inmediatamente superior.

1.3 Niveles de aislamiento

Para conocer el nivel de aislamiento hay que acudir a la Instrucción Técnica Complementaria ITC-LAT 07. Este parque eólico corresponde a la Gama I.

Tensión más elevada para el material Um kV (valor eficaz)	Tensión soportada normalizada de corta duración a frecuencia industrial kV (valor eficaz)	Tensión soportada normalizada a los impulsos tipo rayo kV (valor de cresta)
24	50	95 125 145
72,5	140	325

Tabla 18 Niveles de aislamiento del cableado Fuente: ITC-LAT 07

Es necesario conocer los datos de la tensión soportada normalizada de corta duración a frecuencia industrial y la tensión soportada normalizada a los impulsos tipo rayo a partir de la tensión más elevada para el material.

Para este parque será de $U_m=24$ kV para M.T. y $U_m=72.5$ kV para A.T.

1.4 Distancias mínimas entre fases

La norma especificada en el apartado 3 de la MIE-RAT 12 ‘Distancias en el aire entre elementos en tensión y entre estos y estructuras metálicas puestas a tierra.’ en el “reglamento sobre centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación” establece que:

“Debe cumplirse la condición de que las tensiones soportadas en el aire entre las partes en tensión y entre estas y tierra sean iguales a las tensiones nominales soportadas especificadas en los apartados, 1.1, 1.2 y 1.3. Esta condición equivale a mantener unas distancias mínimas que depende de las configuraciones de las partes activas y de las estructuras próximas.”

Tensión más elevada para el material Um (kV) (Valor eficaz)	Tensión soportada nominal a los impulsos tipo rayo (kv cresta)	Distancia mínima fase-tierra en el aire (cm)
24	95	16,2
24	125	22,275
24	145	27,3375
72,5	325	63,7875

Tabla 19 Distancia mínima fase-tierra en el aire Fuente: MIE-RAT 12

En este caso, como el parque se situará a una altura mayor a los 1.000 metros, se aumenta, como exige la norma, la distancia mínima en un 1.25%.

En el caso de la realización de ensayos del nivel de aislamiento no será necesario aplica esta norma debido a que entorpecería su diseño, aumentaría su costo, y dificultaría el proceso tecnológico.

En el sistema de 24 kV se utilizan cables subterráneos apantallados y celdas prefabricadas de interior normalizadas por el fabricante, habiendo superado los ensayos de tipo correspondientes y siendo sometidas a ensayos específicos en cada suministro. En el único tramo de embarrado desnudo a montar, que es la salida del transformador de potencia, se mantendrán distancias de 35 cm entre fases.

1.5 Centro de transformación

En cada aerogenerador se instalará un centro de transformación para evacuar la energía producida a la red de media tensión (M.T.).

La tensión de salida del aerogenerador es de 690V. Por lo tanto, es necesario elevarla para poder transportarla hasta a la subestación que conectará con la red eléctrica, reduciendo las pérdidas. Se utilizará un transformador trifásico encapsulado seco 690/20000 V en la base de cada aerogenerador.

El centro de transformación constará de:

- Protecciones de baja tensión.
- Transformador trifásico encapsulado seco clase F, de 2.5 MVA, 0.69/20 kV.
- Sistema de Media tensión de:
 - Llegada de línea
 - Salida de línea
 - Protección del transformador B.T./M.T.

1.5.1 Celdas de conexión a la red de media tensión.

Las celdas utilizadas serán de la empresa Schneider Electric. Estas celdas son especialmente destinadas a aerogeneradores y se adaptan a las limitaciones de espacio de la cabina y del acceso a ella.

En función de la configuración dl circuito la celda de protección puede incorporar los siguientes módulos.

- Módulo de línea (1L).

Esta celda consiste en un seccionador de tres posiciones con enclavamientos. Facilita las operaciones de mantenimiento y la localización de defectos. Permitirá la entrada de una línea de aerogeneradores y se conecta siempre a la izquierda de la función de protección 1A.

- Módulo de protección (1A)

Consiste en un interruptor automático de vacío y un seccionador de tres posiciones que opera manualmente a través de una palanca con enclavamientos para permitir que las maniobras se realicen de forma segura.

- Módulo de remonte (OL)

Estas configuraciones nos permiten aislar la zona afectada en el caso de haber un cortocircuito entre dos aerogeneradores.

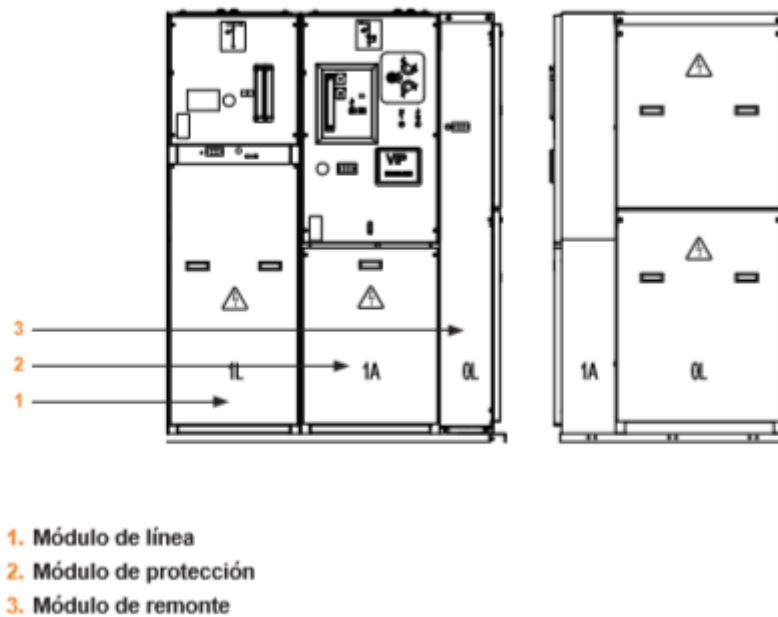


Ilustración 23 Módulos celdas de conexión Fuente: Catalogo celdas para parques eólicos de Mesa

Cada uno de los módulos se compone de:

- Bastidor metálico autosoportante.
- Compartimento de mecanismos de mando y relés.
- Compartimento de cables de MT.
- Cuba estanca, de acero inoxidable, aislada en SF6, embarrados y aparamenta de corte y maniobra.

En función de la posición que ocupe el aerogenerador en el circuito existendiferentes grupos funcionales en la configuración de las celdas:

- Final de línea. OL + 1A (Protección del trafo + Entrada de línea)
- Confluencia. OL + 2L + 1A (Protección del trafo + 2x Salida de línea + Entrada de línea)

- Intermedia. OL + 1L + 1A (Protección del trafo + Salida de línea + Entrada de línea)

En el presente proyecto se colocará para el aerogenerador 7 la configuración OL + 1A de final de línea. Para el resto de los aerogeneradores (1, 2, 3, 4, 5, 6) la configuración elegida es OL + 1L + 1A.

Este modelo servirá para conectar entre sí y dar continuidad a la línea de 20kV y para conectar el último aerogenerador de cada circuito con el centro de seccionamiento.

La celda elegida es la RM6, una solución para tensiones de 24kV con transformadores de potencia que llegan a los 2500 kVA.

Tabla de características eléctricas

Tensión asignada (kV)		24	
Nivel de aislamiento			
Frecuencia industrial	50 Hz 1 mn (kV ef.)	50	
Onda de choque	1,2/50 μs (kV cresta)	125	
Función de línea (I)			
Intensidad asignada (A) ⁽¹⁾	400	630	630
Intensidad admisible de corta duración (kA ef./1 s) ⁽²⁾	16	16	20
Poder de corte asignado con cables en vacío (A)	30	30	30
Poder de cierre del interruptor y del seccionador de puesta a tierra (kA cresta)			
	40	40	50
Función de protección de transformador (Q o D4)			
Interruptor-fusibles combinados (Q)			
Intensidad asignada (A)	200	200	200
Poder de cierre (kA cresta) ⁽³⁾	40	40	50
Interruptor automático D4			
Intensidad asignada (A) ⁽¹⁾	400	400	
Intensidad admisible de corta duración (kA ef./1 s) ⁽²⁾	16	16	
Poder de corte en cortocircuito (kA ef.)	16	16	
Poder de cierre (kA cresta)	40	40	
Función de protección de línea con interruptor automático (D6)			
Intensidad asignada (A) ⁽¹⁾		630	
Intensidad admisible de corta duración (kA ef./1 s) ⁽²⁾		16	
Poder de corte en cortocircuito (kA ef.)		16	
Poder de cierre (kA cresta)		40	

(1) Estas características son válidas (según IEC) para temperaturas ambiente comprendidas entre -25 °C y +40 °C (clase -25 °C). Para temperaturas más elevadas, la intensidad admisible [en A] es:

Ilustración 24 Características de celdas compactas RM6 de media tensión. Fuente: Catálogo Schneider electric

Todas las características de la celda quedan recogidas en el ANEXO III.

1.6 Transformadores de los aerogeneradores

Para calcular la capacidad de los transformadores es necesario calcular la potencia de cada aerogenerador.

$$Pot = 2MW$$

Teniendo en cuenta que el generador tiene un factor de potencia de 0.95:

$$S_{aerogenerador} = \frac{2}{0.95} = 2.1 \text{ MVA}$$

Una vez conocido esto los transformadores utilizados serán de 2.5 MVA debido a que hay que evitar que trabajen en sobrecarga.

Se ha elegido un transformador de encapsulado seco por lo siguiente:

- No hay necesidad de equipo de extinción de incendio. No producen gases tóxicos.
- Bajo costo de instalación, casi no poseen restricciones para ser instalados en cualquier ubicación.
- Son idóneos para trabajar en ambientes de humedades muy altas.
- No precisa de mantenimiento como la recogida de aceite, esto también ayuda a que no haya riesgo de fuga ayudando al medio ambiente.
- Incombustible en caso de incendio. Al no contener líquido estos transformadores tienen un riesgo de explosión muy bajo, por lo que son más seguros.

Las características del transformador serán las siguientes:

Transformador	
Tipo	Trifásico seco-encapsulado
Relación	0,69/20 kV
Potencia Nominal	2.500 kVA
Frecuencia	50 Hz
Grupo de conexión	Dyn11
Clase de Aislamiento	F
Nivel de Aislamiento	24 kV

Tabla 20 Fuente: propia

Estos transformadores cumplirán las normas UNE 21538 y 20101.

1.7 Red de media tensión

Dado que el parque del proyecto presente constará de 7 aerogeneradores de 2.5 kW de potencia cada uno y teniendo en cuenta la disposición de los mismos en el terreno respecto del centro de seccionamiento realizaremos únicamente una línea que una los 7 aerogeneradores con el centro de seccionamiento. La línea subterránea de media tensión será de 20kV de tensión nominal, elevada desde los 690V en la base de cada uno de los aerogeneradores.

Es necesario que toda la aparamenta instalada garantice el nivel de aislamiento de 24kV, indicado en el MIE-RAT 04.

1.7.1 Cableado de la red

La potencia nominal del parque es de 17.5 MW, agrupados en un solo circuito. Como los conductores soportan hasta ciertas intensidades máximas, se obtiene la intensidad nominal máxima del circuito mediante la siguiente fórmula:

$$In = \frac{Pn(KW)}{\sqrt{3} * Un(kV) * fdp}$$

Pn = Potencia nominal del circuito.

Un = Tensión nominal de la red, 20 kV

Fdp = 0.98

La intensidad nominal para nuestro circuito será de 294,56 A.

Sección (mm ²)	EPR		XLPE		HEPR	
	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al
25	125	96	130	100	135	105
35	145	115	155	120	160	125
50	175	135	180	140	190	145
70	215	165	225	170	235	180
95	255	200	265	205	280	215
120	290	225	300	235	320	245
150	325	255	340	260	360	275
185	370	285	380	295	405	315
240	425	335	440	345	470	365
300	480	375	490	390	530	410
400	540	430	560	445	600	470

Ilustración 25 Fuente: ITC-LAT 06

El conductor empleado para la red de media tensión, siguiendo la norma UNE 211435:2011 y la Instrucción Técnica Complementaria ITC-LAT 06, será cable unipolar aislado de hasta 18/30 kV, y el tipo de conductor elegido es ERP de aluminio de 240 mm². La elección del aluminio sobre el cobre es debido a que este es más barato. Esta sección permite una intensidad máxima de 335 A, superior a nuestra intensidad nominal de 294,56 A.

La intensidad máxima es lo suficientemente superior a la nominal debido a que se le debe aplicar factores de corrección, como puede ser de temperatura o de resistividad térmica del terreno.

El factor de corrección para la temperatura del terreno distinta a 25°C serán superiores a 1 principalmente debido a que las temperaturas en la zona son inferiores a 25°C, por lo que no ocasionaría ningún problema.

El factor de corrección para la resistividad térmica del terreno tampoco supondría ningún problema ya que Cantabria es una zona húmeda y se aplicaría también un factor de corrección superior a 1.

1.8 Subestación eléctrica 55/20 kV

La actividad relacionada con este tipo de instalaciones es la de generación de energía eléctrica, por lo tanto, la subestación será la punta del sistema de distribución de dicha energía generada, que será vertida a la red. La línea que llegará al centro de 20 kV será transformada a 55 kV y conectará con la red eléctrica.

La instalación consta de 7 aerogeneradores, cada uno con una potencia nominal de 2.500 kW. En nuestro caso la subestación deberá tener una capacidad para soportar 17.500 kW de carga máxima.

Consiste en una subestación de configuración simple barra con una zona interior, donde tendremos las celdas de media tensión, servicios auxiliares, etc. En este caso, habrá otra zona a la intemperie donde se encontrará el transformador elevador 55/20 kV.

1.8.1 Emplazamiento

La subestación tendrá las siguientes coordenadas, indicando los 4 vértices:

Vértice	Coordenadas UTM-X	Coordenadas UTM-Y
sub1	404684,7	4755133
sub2	405191,9	4755143,8
sub3	404685,9	4754940,4
sub4	405183,1	4754935,4

Tabla21 Fuente: propia

Se situará al sureste del parque eólico, con las siguientes distancias del vértice sub4 (el más alejado) a los aerogeneradores 1 (más cercano) y 7 (más alejado).

Distancia sub4 - Aerogenerador 1	3027 m
Distancia sub4 - Aerogenerador 7	5030 m

Tabla 22



Ilustración 26 Localización subestación Fuente: propia

El acceso estará integrado en el acceso general al parque.

1.8.2 Instalación eléctrica

1.8.2.1 Características de la red de alimentación.

La red de alimentación al centro de transformación será de tipo subterráneo a una tensión de 20 kV y 50 Hz de frecuencia.

La potencia de cortocircuito máxima de la red de alimentación será de 350 MVA, según datos proporcionados por la Compañía suministradora.

1.8.2.2 Características de la aparamenta de media tensión, zona interior.

Las celdas a instalar en la zona interior de la subestación serán las celdas compactas RM6, de Schneider Electric, cuyas características quedan detalladas en el ANEXO 1.

Se trata de un conjunto de celdas compactas equipadas con apartamento de alta tensión, bajo envolvente única metálica con aislamiento integral, para una tensión admisible hasta 24 kV,

1.8.2.3 Zona intemperie

En la parte a la intemperie de la subestación encontraremos 2 transformadores 55/ 20 kV, con una potencia de 2000 KVA cada uno. Uno de ellos servirá como transformador auxiliar en el caso de algún fallo en el primero.

1.8.2.4 Transformador de servicios auxiliares

Se instalará en el interior del edificio de control y mando un transformador que alimente a los servicios auxiliares. El transformador se conectará a la de 20 kV y su función será que la parte de baja tensión que está destinada al alumbrado, comunicaciones, protecciones, etc. tenga la energía necesaria para funcionar correctamente.

El transformador será de 20/0,23 kV aislado en aceite, con una potencia nominal de 100 kVA.

1.8.2.5 Instalaciones secundarias

Protección contra incendios. Se dispondrá de un extintor de eficacia equivalente a 89 B.

Ventilación. Se colocarán rejillas con las dimensiones adecuadas para la entrada de aire.

Alumbrado. Se instalará el alumbrado necesario para asegurar la correcta comprobación y maniobra de los elementos. Se buscará la uniformidad en la iluminación. Se dispondrá de alumbrado de emergencia que señalizará los accesos al centro de transformación.

1.9 Edificio de control

El parque tendrá un edificio de control anexo a la subestación. Desde el edificio de control se llevarán las tareas de mantenimiento y control de los aerogeneradores. Controlando en todo momento si hay algún problema con los aerogeneradores. Los valores captados sirven también para generar bases de datos históricas del funcionamiento del parque, que son fundamentales para implementar y poner a punto el programa de mantenimiento predictivo de la instalación.

Este edificio tendrá un transformador para reducir de 20kV a 220V la tensión para poder utilizarla en el centro de control.

Además, el edificio se intentará acoplar con una escala cromática que reduzca el impacto visual lo mayor posible.

ANEXO III

Celdas compactas

RM6

→ RM6 24 kV

Distribución Media Tensión
Gama de celdas aislamiento integral SF₆ en 24 kV

RM6 24 kV

Normas y condiciones de operación

Presentación



Las celdas RM6 cumplen con las normas internacionales (IEC) y sus equivalentes españoles (UNE-EN).

Condiciones generales de operación para interruptores de interior

IEC 62271-1: Aparatos de Alta Tensión, Parte 1, Especificaciones comunes

- Temperatura ambiente: clase interior de -25 °C;
- Menor o igual a 40 °C sin dercalaje;
- Menor o igual con media 35 °C en 24 horas sin dercalaje;
- Mayor o igual a -25 °C

- Altitud:
- Menor o igual a 1000 m
- Entre 1000 m y 2000 m con conectores de campo dirigidos
- Mayor de 2000 m: consultar

IEC 62271-200: Aparatos de Alta Tensión, Parte 200, Aparatos bajo armadura metálica de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV

- Partición tipo PM (particiones metálicas)
- Pérdida de continuidad de servicio:
- LSC 20 funciones interruptor e interruptor automático
- LSC 2A para función interruptor ruptorabible combinados

- Tipo de clasificación arco interno: clase AF1 hasta 20 kA, 1 segundo en opción (A: acceso restringido a personal cualificado; F: frontal; L: lateral)

- Máxima humedad relativa: 95%

Interruptor seccionador

IEC 62271-103: Aparatos de Alta Tensión, Parte 103, Interruptores para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV

- Clase Mulf3:
- 100 ciclos CO a la intensidad nominal cos ϕ 0,7
- 1000 maniobras mecánicas de operación

Interruptor automático: 400 y 630 A

IEC 62271-100: Aparatos de Alta Tensión, Parte 100, Interruptores automáticos de corriente alterna para alta tensión

- Clase Mulf2:
- 2000 maniobras mecánicas de operación
- Ciclo de operación en cortocircuito: 0-3 min; CO-3 min; CO

Otras normas de aplicación

- IEC 62271-105: Aparatos de Alta Tensión, Parte 105, Combinados interruptor fusible de corriente alterna
- IEC 62271-102: Aparatos de Alta Tensión, Parte 102, Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna
- IEC 60255: Relés de medida y equipos de protección

RM6 24 kV

Normas y condiciones de operación (continuación)

Presentación



Certificado de calidad ISO 9001

Nuestra mayor baza

En cada una de sus fábricas, **Schneider Electric** integra una organización funcional cuyo cometido principal es comprobar la calidad y vigilar que se cumplen las normas.

Este proceso es:

- Homogéneo en todos los departamentos
- Reconocido por clientes y entidades colaboradoras

La estricta aplicación de este proceso nos ha permitido obtener el reconocimiento de un organismo independiente, AENOR.

El sistema de calidad, en el diseño y la fabricación de las caldas RM6, cumple con los requisitos del modelo de control de calidad ISO 9001.



Control riguroso y sistemático

Durante la fabricación, todas las caldas RM6 son sometidas a ensayos de rutina sistemáticos, cuyo objetivo es comprobar tanto la calidad como la conformidad de cada aparato.

- Control de estanqueidad
- Control de la presión de llenado
- Medición de las velocidades de cierre y apertura
- Medición de los pares de maniobra
- Ensayo de descargas parciales
- Ensayo dieléctrico
- Conformidad con planos y esquemas

Los resultados obtenidos quedan consignados y firmados por el departamento de control de calidad en el certificado de ensayos propio de cada aparato.

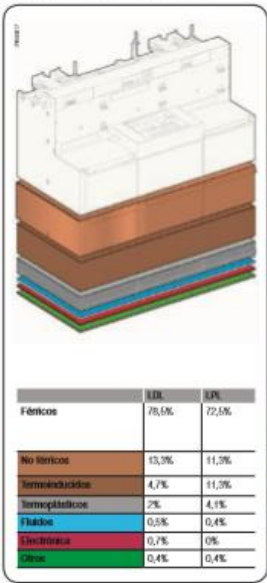
Emisión "cero" de SF₆ en el proceso de llenado de gas y control de estanqueidad de la cuba.



Laboratorio de ensayos de RM6

RM6 24 kV
Proteger el medio ambiente
Presentación

Procedimiento de reciclado de la goma RM6



Certificado de calidad ISO 9001

El procedimiento de reciclado de **Schneider Electric** basados en productos con SF₆ están sujetos a una rigurosa gestión que permite que cada componente pueda tener su trazabilidad por medio de los documentos de fin de vida.

Schneider Electric ha tomado un compromiso de enfoque medioambiental a largo plazo. Como parte de ello, la goma RM6 ha sido diseñada para ser respetuosa con el medio ambiente y de forma muy notable en términos de reciclado de productos. Los materiales utilizados, tanto conductores como aislantes, están identificados y fácilmente separables. Al final de su vida, la RM6 puede llevar a cabo un proceso de reciclado y recuperar sus materiales conforme a los requisitos de las regulaciones europeas de fin de vida de productos eléctricos y electrónicos, y en particular sin ninguna emisión de fluidos contaminantes ni de gas a la atmósfera.

El sistema de gestión medioambiental adoptado por las fábricas de producción de RM6 de **Schneider Electric** ha sido implantado para cumplir con los requisitos de la norma internacional ISO 14001.



RM6 24 kV

Descripción RM6

Gama RM6



La gama RM6 contempla celdas de 1, 2, 3, 4 o 5 funciones integradas en una misma cuba y de reducidas dimensiones.

Es un sistema totalmente aislado en gas que comprende:

- Una cuba de acero inoxidable sellada de por vida que integra todas las partes activas, interruptor seccionador, seccionador de puesta a tierra, interruptor rupturizable o interruptor automático.
- Un compartimento de cables para la conexión a la red o a transformador.
- Un compartimento de mando para la maniobra.
- Un compartimento de fusibles para función interruptor rupturizables.

Las características de las RM6 se citan a la definición del "sistema de presión sellado" establecido en las recomendaciones de la IEC.

El interruptor seccionador y el seccionador de puesta a tierra ofrecen al operador todas las medidas necesarias para garantizar la maniobra.

Estanteabilidad

La cuba se ha llenado a una presión relativa de 0,2 bars. Está sellada de por vida después del llenado. Su estanteabilidad, que se comprueba de forma sistemática en fábrica, confiere a la cuba una vida útil esperada de 30 años. La gama RM6 no precisa de mantenimiento de las partes activas.

Interruptor seccionador

La extinción del arco se obtiene a través de la técnica de corte de autoapagado en SF₆.

Interruptor automático

La extinción del arco se obtiene a través combinando las técnicas de corte de arco giratorio y autoapagado del SF₆, permitiendo de este modo disponer de un alto grado de intensidad de cortocircuito.



Una gama extensible en campo

Cuando las condiciones climáticas adversas o las restricciones ambientales hacen necesario el uso de celdas compactas, pero la evolución previsible de la red de distribución de energía hace que sea necesario prever cambios en la misma, RM6 ofrece una gama de funciones extensibles.

La adición de una o más unidades funcionales puede llevarse a cabo simplemente añadiendo módulos que se conectan entre sí por uniones de embarrados a través de conexiones de campo dirigidas.

Esta operación es muy simple y puede llevarse a cabo en campo.

- Sin manipulación de gas.
 - Sin herramientas especiales.
 - Sin ninguna preparación particular del suelo del centro.
- La única limitación del centro es la intensidad nominal del embarrado: 630 A a 40 °C.



Insensibilidad al entorno

Aislamiento integral

- Una envolvente metálica de acero inoxidable, sin pintar y hermética al gas (IP67), contiene las partes activas del interruptor y el embarrado.
 - Las cámaras fusibles, desconectables y metalizadas en su parte externa, aíslan los fusibles del polvo, humedad, ...
 - Metalización de la cámara de fusibles y conectores de campo dirigido limita el campo eléctrico en el aislamiento sólido.
- Formado en su conjunto, los elementos mencionados proporcionan a la RM6 un verdadero aislamiento total, lo que la convierte en celdas completamente insensibles a las condiciones ambientales, al polvo, la humedad extrema y la inmersión temporal (IP67: inmersión durante 30 minutos, según lo establecido en la norma IEC 60529, § 14.2.7).



Schneider
Electric

RM6 24 kV

Seguridad de las personas

Gama RM6

Aparamiento

Los interruptores seccionadores y los interruptores automáticos presentan configuraciones similares:

- Un equipo móvil con 2 posiciones estables (cerrado, abierto, conectado a tierra) que se desplaza en tracción vertical. Su diseño impide el cierre simultáneo del interruptor o del interruptor automático y del seccionador de puesta a tierra (encadenamiento natural).
- El seccionador de tierra, conforme con las normas, dispone de poder de cierre en cortocircuito.
- La función de seccionamiento está asociada a la función de cierre.
- El conductor de tierra está dimensionado de acuerdo con las características de la red.
- El acceso al compartimento de cables está enhebrado con el seccionador de puesta a tierra.



3 interruptores de posición estable

Ensayo de arco interno

El diseño de la celda RM6, robusta, fuerte e insensible al entorno, hace que sea muy poco probable que aparezca un defecto en el interior de la celda.

No obstante, con el fin de garantizar la máxima seguridad de las personas, la celda está diseñada para soportar durante un tiempo un arco interno alimentado por una intensidad de cortocircuito sin peligro para el operador.

La sobrepotencia accidental debida al arco interno se reduce al romperse la vidriera de seguridad en la parte inferior de la celda metálica.

El arco interno de la celda está ensayado a 20 kA 1 s.

La apertura de arco interno en el compartimento de cables hace que la FME sea resistente al arco interno hasta 20 kA 1 s, con lo que se cumple el criterio VNC clase AFI, definido en la norma IEC 62271-200, apéndice A. De este modo, los gases son canalizados hacia la parte posterior o inferior de la celda sin que se produzca ninguna manifestación o proyección térmica. Cuando la expansión de gases se realiza por la parte posterior de la celda el accionamiento se limita a 10 kA 1 s, mientras que con la orientación de gases por la parte inferior se consiguen un arco interno hasta 20 kA 1 s.

El ensayo de tipo realizado para 16 kA 0,5 s ha confirmado que la celda cumple con los seis criterios que se definen en las normas IEC 62271-100 e IEC 62271-200.



Mandos fiables

Los mandos mecánicos y eléctricos están agrupados en la cara delantera, debajo de una cubierta en la que figuran el esquema eléctrico derivado del aparato (cerrado, abierto, conectado a tierra).

Cuando la manobra del equipo móvil se realiza a través de un mecanismo de acción brusca, independiente del operador. No se almacena energía para la función I (interruptor de tierra). En el interruptor automático (IA, UE) y el interruptor combinado con fusibles (F), el mecanismo se arma para la apertura en el momento del cierre.

Ajuntando la apertura del interruptor de tierra (I) se realiza con el mismo mecanismo de acción brusca, manteniendo en sentido opuesto. En el interruptor automático (IA, UE) y el interruptor combinado con fusibles (F), la apertura se realiza por medio de:

- Un pulsador.
- Un defecto (corte fusible o disparo por sobrecarga).
- Botones de disparo.
- Puesta a tierra: un eje específico de mando permite el cierre o la apertura de los contactos de puesta a tierra. El código de acceso de dicho eje está otorgado por una pletina que se libera cuando está abierto el interruptor o el interruptor automático, y permanece enclavado cuando éste está cerrado.
- Indicadores de posición del equipo: directamente colocados sobre los ejes de mandos del equipo móvil, indican con exactitud la posición del equipo (IEC 62271-102).
- Palanca de maniobra: diseñada con un dispositivo antirrebote que impide cualquier intento de reapertura inmediata después del cierre del interruptor o del seccionador de puesta a tierra.
- Dispositivo de encadenamiento: mediante 1 a 3 cascadas se puede condicionar.
- El acceso al eje de maniobra del interruptor o del interruptor automático.
- El acceso al eje de maniobra del seccionador de puesta a tierra.
- La manobra del pulsador de disparo de apertura.



Visualización de la puesta a tierra

- Indicadores directos de posición del seccionador de tierra cerrado: están situados en la parte superior del equipo móvil y pueden verse a través de las manillas de tierra transparentes, cuando el seccionador de puesta a tierra está cerrado.



Seguridad en la explotación

Control del calentamiento de los cables.

Para controlar el calentamiento de los cables o buscar defectos se puede inyectar en los cables una corriente continua de hasta 40 kV durante 15 min, a través de la celda FME, sin desconectar los conectores anchos de la celda de cables.

Basta con cerrar el seccionador de tierra y quitar la conexión extraíble de puesta a tierra (placa de tierra) para inyectar tensión a través de los "contactos de tierra".

Este sistema requiere utilizar "dobles de tierra" (suministro opcional).



Indicadores presencia de tensión

Dispositivos para verificar la presencia (o ausencia) de tensión en puntos de cables. Disponible dos tipos de dispositivos en función de los hábitos de explotación de la red.

- VPS, conjunto de tres lámparas del tipo "presencia de tensión" (conforme a la IEC 62271-200).



- VDS, sistema de módulos luminosos separados del tipo "detección de tensión" (conforme a la IEC 61243-1).



RM6 24 kV
Una amplia elección de funciones
Gama RM6

Funciones RM6
La gama RM6 ofrece las siguientes funciones en Media Tensión:
• Conexión, alimentación o protección a un transformador en red en anillo o anillo ya sea por medio de interruptor automático o interruptor ruptofusible
• Protección de líneas por interruptor automático
• Otras funciones como semento de cables

Funciones RM6						
Función	Línea de red	Salida línea	Protección a transformador	Alimpo de barras	Alimpo de barras	Alimpo de barras
Unidad funcional	L	D	D	P	S	ORI
Aparato	Interruptor hasta 630 A	Interruptor automático hasta 630 A	Interruptor automático hasta 630 A	Interruptor ruptofusible hasta 200 A	Interruptor	Interruptor automático hasta 630 A
Esquema unifilar						

Denominación					
Tipo de cable	Configuración multifunción				
NE: no extensible	L	L	L	L	L
DE: derivación extensible	D	L	D	L	D
IE: longitud extensible	P	L	P	L	P
TE: totalmente extensible					S
					ORI
					H
	Nº 4	Nº 3	Nº 2	Nº 1	Nº 0
Ejemplos de denominación	RM6 NE DLDL RM6 DE LLDL RM6 TE LLL				
					RM6 TE L RM6 NE D RM6 TE P

RM6 24 kV
Características principales
Características



Características eléctricas			
Tensión nominal	U _N	(kV)	24
Frecuencia	f	(Hz)	50 o 60
Frecuencia industrial 50 Hz 1 min	Aislamiento	U _p	(kV rms)
	Seccionamiento	U _s	(kV rms)
Impulso tipo rayo 1,2 / 50 µs	Aislamiento	U _p	(kV pico)
	Seccionamiento	U _s	(kV pico)

Condiciones climáticas					
Temperatura	(°C)	40	45	50	55
Embarrados 630 A	I _r	(A)	630	575	515
Embarrados 400 A	I _r	(A)	400	400	355
Funciones: L, R, D (con pastillas tipo C)	(A)	630	575	515	455
Función D (con pastillas tipo B o C)	(A)	200	200	200	200
Función P	(A)	40	45	50	55

(1) Dependiente de la elección del busbarrido.
(2) Consultar.



Opciones globales

- Manómetro o presostato
- Placa adicional de tierra en compartimento de cables
- Cajón de cables para arco interno 20 kA 1 s para funciones L y D

Accesorios

- Zócalo de elevación
- Conjunto de busbarridos MI
- Compensador de fases
- Dispositivo de verificación de ruidos (WV4)
- Palanca adicional de maniobra
- Manuales de operación adicionales

Opción para la operación

- Indicadores de tensión:
- MVS
 - MDS

Terminales de conexión

- Terminales para 630 A
- Terminales para 400 A
- Terminales para 250 A

Grado de protección

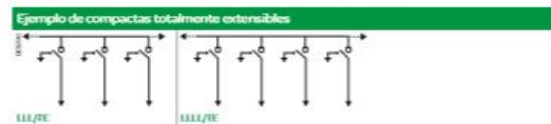
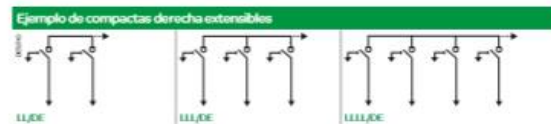
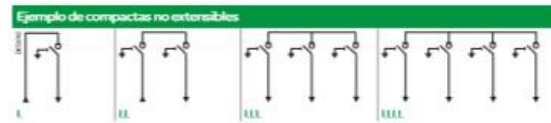
- Caja con partes en tensión: IP67
- Compartimento baja tensión: IP3X
- Cara frontal y mecanismos: IP5X
- Compartimento de cables: IP2XC
- Protección contra impacto mecánico: IK07

RM6 24 kV

Características principales de cada función

Características

Prestaciones de la función interruptor seccionador (función L)					
Tensión nominal	U _N	(kV)	24	24	
Intensidad de corta duración	I _k	(kA rms)	36	20	
	I _k	Duración (s)	1	1 o 3	
Intensidad nominal del embarrado	I _N	(A)	400	630	
Función de línea (L)					
Intensidad nominal	I _N	(A)	400	630	
Capacidad de corte	Carga	I _{load}	(A)	400	630
	Defecto	I _{def}	(A)	320	320
	Cables en servicio	I _{cc}	(A)	110	110
Capacidad de cierre del interruptor y seccionador de puesta a tierra	I _{ms}	(kA pico)	40	50	
Pantallas			B o C	C	



Accesorios y opciones (función L)

Operación remota

Motorización con contactos auxiliares (2NA-2NC en interruptor y 1 A/C en spat).

Contactos auxiliares independientes

Posición 2NA-2NC en interruptor y 1 A/C en spat (esta opción está incluida con la operación remota).

Puerta frontal en el compartimento de conexión de cables

- Atornillado
- Extraíble con enclavamiento en el spat
- Extraíble con enclavamiento en el spat y en el interruptor

Detector de paso de falla y amperímetro

- Gamma I fair (210/250 / 250 / 250M / 250V / 210)
- Amperímetro Amp 210

Enclavamiento por cerradura

- Tipo R1
- Tipo R2

RM6 24 kV

Características principales de cada función (continuación)

Características

Prestaciones de la función interruptor automático (función D)

Intensidad nominal	IR	(kV)	24	24
Intensidad de corte duración admisible	IR	(kA rms)	16	20
	IR	(duración ts)	1	1 o 3
Intensidad nominal del embarrado	IR	(A)	400	630

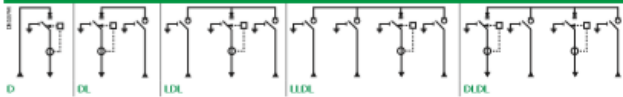
Función de línea (L)

Intensidad nominal	IR	(A)	400	630
Capacidad de corte	Carga	IRad	(A)	400
	Inducto	IRdI	(A)	320
	Capacitivo en vacío	IRc	(A)	110
Capacidad de cierre del interruptor y accionador de puesta a tierra	IRma	(kA pico)	40	50
Pantallas			B o C	C

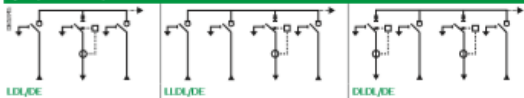
Función interruptor automático (D)

Intensidad nominal	IR	(A)	400	630
Capacidad de corte transformador en vacío	IR	(A)	16	16
Capacidad de corte en cortocircuito	IRc	(kA)	16	20
Capacidad de cierre	IRma	(kA pico)	40	50
Pantallas			B o C	C

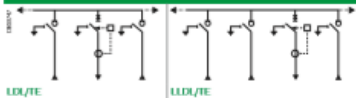
Ejemplo de compactas no extensibles



Ejemplo de compactas derecha extensibles



Ejemplo de compactas totalmente extensibles



Accesorios y opciones (función D)

Operación remota

Motorización incluyendo bobina de disparo con contactos auxiliares (2NA, 2NC en interruptor automático y 1 AC en spot)

Contactos auxiliares independientes

Posición 2NA, 2NC en interruptor automático y 1 AC en spot (esta opción está incluida con la operación remota).

Puerta frontal en el compartimento de conexión de cables

- Atomizada
- Extensible con enclavamiento en el spot y en el interruptor automático

Bobina de disparo

- 24 Vcc
- 48/60 Vcc
- 100 Vca
- 110/125 Vcc - 220 Vca
- 220 Vcc/380 Vca

Bobina de mínima

- 24 Vcc
- 48 Vcc
- 125 Vcc
- 110/230 Vca

Relé de protección a transformador (VP 400, VP 410 o x80 Square)

Contacto NC prohibición cierre en falla

Contacto auxiliar disparo interruptor automático

Enclavamiento por cerradura

- Tipo R1
- Tipo R2
- Tipo R6
- Tipo R7
- Tipo R8

RM6 24 kV

Características principales de cada función (continuación)

Características

Prestaciones de la función interruptor ruptofusible (función P)

Tensión nominal	U _N	(kV)	24	24
Intensidad nominal del embarrado	I _N	(A)	400	630

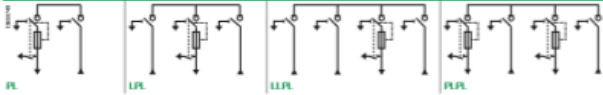
Función de línea (L)

Intensidad nominal	I _N	(A)	400	630
Capacidad de corte	Carga	I _{load}	400	630
	Enfoco	I _{EN}	320	320
	Cables en vacío	I _{CC}	110	110
Intensidad de corte duración admisible	I _k	(kA rms)	16	20
	I _k	Duración (s)	1	1 o 3
Capacidad de cierre del interruptor y accionador de puesta a tierra	I _{ms}	(kA pico)	40	50
Pasatapas			B o C	C

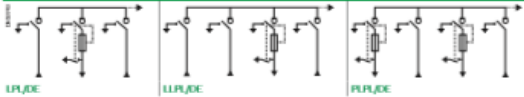
Función interruptor ruptofusible (P)

Intensidad nominal	I _N	(A)	200	200
Capacidad de corte transformador en vacío	I ₃	(A)	16	16
Capacidad de corte en cortocircuito	I _{cc}	(kA)	16	20
Capacidad de cierre	I _{ms}	(kA pico)	40	50
Pasatapas			A	A

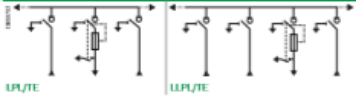
Ejemplo de compactas no extensibles



Ejemplo de compactas derecha extensibles



Ejemplo de compactas totalmente extensibles



Accesorios y opciones (función P)

Operación remota

Motorización incluyendo contactos auxiliares (2NA-2NC) en interruptor ruptofusible.

Contactos auxiliares independientes

Posición 2NA-2NC en interruptor ruptofusible (esta opción está incluida con la operación remota).

Contacto auxiliar función fusibles

Bobina de disparo

- 24 Vcc
- 48V/60 Vcc
- 120 Vca
- 110/125 Vcc - 220 Vca
- 220 Vcc/ 380 Vca

Bobina de mínima

- 24 Vcc
- 48Vcc
- 125 Vcc
- 110-230 Vca

Enclavamiento por cerradura

- Tipo R6
- Tipos R7
- Tipo R8

RM6 24 kV

Características principales de cada función (continuación)

Características

Función modular interruptor (I)				
Tensión nominal	U _r	(kV)	24	24
Intensidad de corte duración admisible	I _k	(kA rms)	16	20
	I _k	(duración [s])	1	1 ó 3
Intensidad nominal del embarrado	I	(A)	630	630
Función de línea (L)				
Intensidad nominal	I	(A)	400	630
Capacidad de corte	Carga	I _{load}	(A)	400
	Cortado	I _{cl}	(A)	320
	Cortes en vacío	I _{cc}	(A)	110
Capacidad de cierre del interruptor y reccionador de puesta a tierra	I _{ms}	(kA p.e.s.)	40	50
Pestillos			B o C	C
Accesorios y opciones Operación remota Motorización con contactos auxiliares: 2NA 2NC en interruptor y 1 AC en spot (esta opción está incluida con la operación remota) Contactos auxiliares independientes Posición 2NA 2NC en interruptor y 1 AC en spot (esta opción está incluida con la operación remota)				
Puesta a tierra en el compartimento de conexión de cables • Atornillada • Extraíble con encasamiento en el spot • Extraíble con encasamiento en el spot y en el interruptor Detector de paso de falta y amperímetro • Gama Flair (210/220/230/240/250/260/270/280/290/300/310/320/330/340/350/360/370/380/390/400/410/420/430/440/450/460/470/480/490/500/510/520/530/540/550/560/570/580/590/600/610/620/630/640/650/660/670/680/690/700/710/720/730/740/750/760/770/780/790/800/810/820/830/840/850/860/870/880/890/900/910/920/930/940/950/960/970/980/990/1000)				
Encasamiento por cerradura • Tipo R1 • Tipo R2				
Función modular interruptor automático (D)				
Tensión nominal	U _r	(kV)	24	24
Intensidad de corte duración admisible	I _k	(kA rms)	16	20
	I _k	(duración [s])	1	1 ó 3
Intensidad nominal del embarrado	I	(A)	630	630
Función interruptor automático (D)				
Intensidad nominal	I	(A)	400	630
Capacidad de corte transformador en vacío	I ₀	(A)	16	16
Capacidad de corte en cortocircuito	I _{cc}	(kA)	16	20
Capacidad de cierre	I _{ms}	(kA p.e.s.)	40	50
Pestillos			B o C	C
Accesorios y opciones Operación remota Motorización incluyendo bobinas de disparo con contactos auxiliares (2NA 2NC en interruptor automático y 1 AC en spot) Contactos auxiliares independientes Posición 2NA 2NC en interruptor automático y 1 AC en spot (esta opción está incluida con la operación remota)				
Puesta a tierra en el compartimento de conexión de cables • Atornillada • Extraíble con encasamiento en el spot • Extraíble con encasamiento en el spot y en el interruptor automático Bobinas de disparo • 24 Vcc • 48V/60 Vcc • 120 Vca • 110/125 Vcc - 220 Vca • 220 Vcc/380 Vca				
Bobina de mínima • 24 Vcc • 48V/60 Vcc • 125 Vcc • 110-230 Vca Relé de protección a transformador (VP 40, VP 45, VP 400, VP 410 o relé Sepam) Contacto NC prohibición cierre en falta Contacto auxiliar disparo interruptor automático Encasamiento por cerradura • Tipo R1 • Tipo R2 • Tipo R3 • Tipo R4 • Tipo R5				

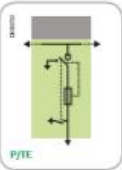
RM6 24 kV

Características principales de cada función (continuación)

Características

Función modular interruptor ruptofusible (P)

Tensión nominal	U _n	(kV)	24	24
Intensidad nominal del ensariado	I _n	(A)	630	630
Función interruptor ruptofusible (P)				
Intensidad nominal	I _n	(A)	200	200
Capacidad de corte transformador en vacío	I ₃	(A)	16	16
Capacidad de corte en cortocircuito	I _{cc}	(kA)	16	20
Capacidad de cierre	I _{ms}	(kA pico)	40	50
Pasos			A	A



Accesorios y opciones

Operación remota

Motorización incluyendo contactos auxiliares en interruptor ruptofusible (2NA-2NC)

Contactos auxiliares independientes

Posición 2NA-2NC en interruptor ruptofusible (esta opción está incluida con la operación remota)

Contacto auxiliar fusión fusibles

Bobina de disparo

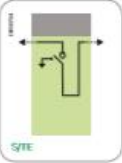
- 24 Vcc
- 48V60 Vcc
- 120 Vca
- 110/125 Vcc - 220 Vca
- 220 Vcc/ 380 Vca

Bobina de mínima

- 24 Vcc
 - 48 Vcc
 - 125 Vcc
 - 110/230 Vca
- Enclavamiento por cerradura
- Tipo R6
 - Tipos R7
 - Tipo R8

Función modular partición barras por interruptor (S)

Tensión nominal	U _n	(kV)	24	24	
Intensidad de corte duración admisible	I _k	(kA rms)	16	20	
	I _k	Duración (s)	1	1 o 3	
Intensidad nominal del ensariado	I _n	(A)	630	630	
Función partición barras (S)					
Intensidad nominal	I _n	(A)	400	630	
Capacidad de corte	Carga	I _{load}	(A)	400	630
	Defecto	I _{fl}	(A)	320	320
	Cables en vacío	I _{cc}	(A)	110	110
Capacidad de cierre del interruptor y seccionador de puesta a tierra	I _{ms}	(kA pico)	40	50	



Accesorios y opciones

Operación remota

Motorización con contactos auxiliares (2NA-2NC en interruptor y 1 AIC en spat)

Contactos auxiliares independientes

Posición 2NA-2NC en interruptor y 1 AIC en spat (esta opción está incluida con la operación remota)

Puerta frontal en el compartimento de conexión de cables

- Almacenada
- Estable con enclavamiento en el spat
- Estable con enclavamiento en el spat y en el interruptor

Enclavamiento por cerradura

- Tipo R1
- Tipos R2

Posibilidad con o sin puesta a tierra

RM6 24 kV

Características principales de cada función (continuación)

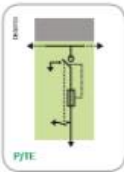
Características

Función modular interruptor ruptofusible (P)

Tensión nominal	Ur	(kV)	24	24
Intensidad nominal del embarrado	I	(A)	630	630

Función interruptor ruptofusible (P)

Intensidad nominal	I	(A)	200	200
Capacidad de corte transformador en vacío	U	(A)	16	16
Capacidad de corte en cortocircuito	Icc	(kA)	16	20
Capacidad de cierre	Ims	(kA pico)	40	50
Prototipos			A	A



Accesorios y opciones

Operación remota

Motorización incluyendo contactos auxiliares en interruptor ruptofusible (2NA-2NC)

Contactos auxiliares independientes

Posición 2NA-2NC en interruptor ruptofusible

(esta opción está incluida con la operación remota)

Contacto auxiliar fusión fusibles

Bobina de disparo

- 24 Vcc
- 48Vto Vcc
- 120 Vca
- 110/125 Vcc - 220 Vca
- 220 Vcc/ 380 Vca

Bobina de mínima

- 24 Vcc
- 48 Vcc
- 125 Vcc
- 110/230 Vca

Enclavamiento por cerradura

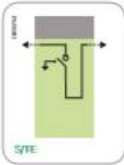
- Tipo R6
- Tipos R7
- Tipo R8

Función modular partición barras por interruptor (S)

Tensión nominal	Ur	(kV)	24	24
Intensidad de corte duración admisible	I	(kA rms)	16	20
	I	Duración (s)	1	1 o 3
Intensidad nominal del embarrado	I	(A)	630	630

Función partición barras (S)

Intensidad nominal	I	(A)	400	630	
Capacidad de corte	Carga	Iload	(A)	400	630
	Defecto	Ieff	(A)	320	320
	Cables en vacío	Icc	(A)	110	110
Capacidad de cierre del interruptor y seccionador de puesta a tierra	Ims	(kA pico)	40	50	



Accesorios y opciones

Operación remota

Motorización con contactos auxiliares

2NA-2NC en interruptor y 1 AC en spot

Contactos auxiliares independientes

Posición 2NA-2NC en interruptor y 1 AC en spot (esta opción está incluida con la operación remota)

Puerta frontal en el compartimento de conexión de cables

- Alombrada
- Extraíble con enclavamiento en el spot
- Extraíble con enclavamiento en el spot y en el interruptor

Enclavamiento por cerradura

- Tipo R1
- Tipos R2

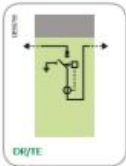
Posibilidad con o sin puesta a tierra

RM6 24 kV

Características principales de cada función (continuación)

Características

Función modular partición barras por interruptor automático de 630 A (DR)				
Intensidad nominal	UR	(kV)	24	24
Intensidad de corta duración admisible	IK	(kA rms)	16	20
	IK	Duración (s)	1	1 o 3
Intensidad nominal del embarrado	IN	(A)	630	630
Función partición barras (DR)				
Intensidad nominal	IN	(A)	400	630
Capacidad de corte en cortocircuito	Isc	(kA)	16	20
Capacidad de cierre	Icu	(kA pico)	40	50



Accesorios y opciones

Operación remota

Motorización incluyendo bobina de disparo con contactos auxiliares (2NA 2NC en interruptor automático y 1 AC en spot)

Contactos auxiliares independientes

Posición 2NA 2NC en interruptor automático y 1 AC en spot (esta opción está incluida con la operación remota)

Puerta frontal en el compartimento de conexión de cables

- Atornillada
- Extraíble con enclavamiento en el spot
- Extraíble con enclavamiento en el spot y en el interruptor automático

Bobina de disparo

- 24 Vcc
- 48/60 Vcc
- 120 Vca
- 110/125 Vcc - 220 Vca
- 220 Vcc/ 300 Vca

Bobina de mínima

- 24 Vcc
- 48Vcc
- 125 Vcc
- 110-220 Vca

Relé de protección a transformador

(VIP 400, VIP 410 o relé Sepam)

Contacto IEC prohibición cierre en falta

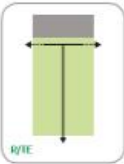
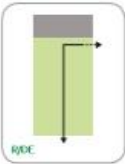
Contacto auxiliar disparo interruptor automático

Enclavamiento por cerradura

- Tipo R6
- Tipos R7
- Tipo R8

Possibilidad con o sin seccionador de puesta a tierra.

Función modular remonte de cables (R)				
Intensidad nominal	UR	(kV)	24	24
Intensidad nominal del embarrado	IN	(A)	630	630
Función remonte (R)				
Intensidad nominal	IN	(A)	400	630
Intensidad de corta duración admisible	IK	(kA rms)	16	20
	IK	Duración (s)	1	1 o 3
Pasatapas			C	C



Schneider

RM6 24 kV

Configuración RM6 con Free Combination

Características



Rápido y simple en la instalación

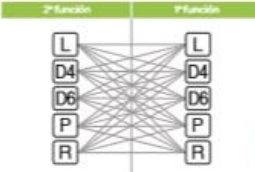
- > Compacto
- > Opción innovadora de combinaciones en una cuba
- > Operaciones reducidas de mantenimiento

RM6 Free Combination es una nueva posibilidad de ampliar la gama de cubas que permite configurar el esquema eléctrico deseado por el cliente con:

- Flexión de las funciones y opciones
- Compatible con la oferta estándar RM6
- Cubas incluyendo 2 y 3 funciones
- Más competitivo que arrendando módulos unifuncionales

700 posibles combinaciones de RM6 con 2 o 3 funciones

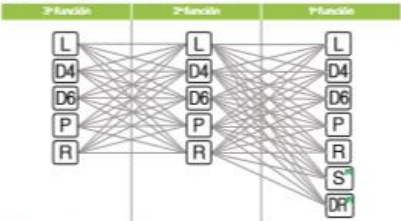
Combinaciones posibles con RM6 de 2 funciones



Tipo de cuba:

- ME: no extensible
- DE: derecha extensible
- E: izquierda extensible
- EE: totalmente extensible

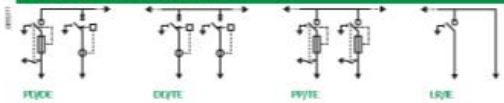
Combinaciones posibles con RM6 de 3 funciones



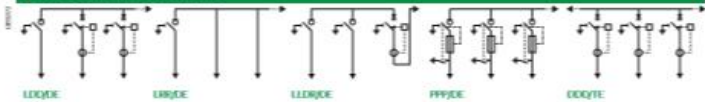
(*) Sólo es posible para RM6 DE o EE.

Ejemplos

RM6 Free Combination 2 funciones



RM6 Free Combination 3 funciones



RM6 24 kV
Configuración RM6 con 5 funciones
Características

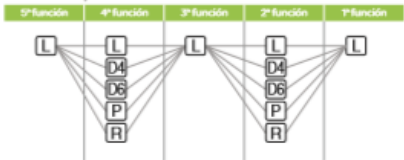


Rápido en la instalación
> Compacto
> Operaciones reducidas
de mantenimiento

RM6 5 funciones es una nueva posibilidad de ampliar la gama de cubos que permite configurar el esquema eléctrico deseado por el cliente con:

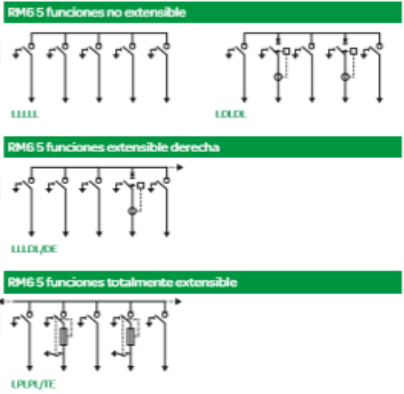
- 5 funciones: 3 fijas y 2 de elección libre
- Compatible con la oferta estándar RM6
- Cubos incluyendo 5 funciones
- Más competitivo que añadiendo módulos unifuncionales

Combinaciones posibles con RM6 de 5 funciones



Tipo de cubo
• NE: no extensible
• DE: derecha extensible
• IE: izquierda extensible
• TE: totalmente extensible

Ejemplos:



RM6 24 kV

Función interruptor automático. Selección de relés de protección

Características

	Código ANSI	Serie VIP				Serie Sepam	
		Protección automatizada integrada en la RM6		Protección de transformador		General	
		Protección de transformador	Protección general	Protección de transformador	Protección general	Protección de transformador	Protección general
		VP 40	VP 45	VP 400	VP 410	B	A
Protección							
Sobrecorriente de fase	50-51	•	•	•	•	•	•
Defecto fase a tierra	Extintor (suma de intensidades)	51N	•	•	•	•	•
	Sensible (medida por intensidad)			•	•	•	•
Protección térmica	40			•	•	•	•
Selectividad lógica	Envío de bloqueo					•	•
	Recepción de bloqueo					•	•
Carga fija					•	•	•
Otro tipo de protecciones ⁽¹⁾						•	•
Medida							
Intensidad de fase		•	•	•	•	•	•
Intensidad homopolar		•	•	•	•	•	•
Pico de intensidad de carga		•	•	•	•	•	•
Histograma de carga					•		
Control y supervisión							
Disparo del interruptor automático		Mtop	Mtop	Mtop	Mtop	Bobina	Bobina
Supervisión del circuito de disparo	74TC	•	•	•	•	•	•
Captura de eventos	Local on display (últimos 5 disparos)			•	•	•	•
	Remoto, vía comunicación					•	•
Entrada de disparo externo					•	•	•
Entrada de disparo externo IA acumulados, número de disparos					•		
Perfil de intensidad y cortos	Nº disparos fase y homopolar ⁽²⁾			•	•	•	•
Puerto de comunicación	Serie Modbus RS-485				•	•	•
Lógica de contactos de entrada (excepto el ICS) utilizados para:					1	0 o 2	0 o 2
	Disparo externo				1	1	1
	Local / Remoto				1	1	1
Lógica de contactos de salida utilizados para:					3	3 o 7	3 o 7
	Clon del interruptor automático por control remoto				1	1	1
	Selectividad lógica (Bloqueo del envío)					1	1
	Punto de guarda				Por módulo	1	1
	Salida personalizada vía parametrización				3	4	4
Alimentación							
Tipo de alimentación	Autoalimentado o auxiliar	Auto	Auto	Auto	Dual ⁽³⁾	Auxiliar	Auxiliar
	Mínimo carga en las tres fases para activar el relé	4 A	4 A	7 A ⁽⁴⁾			

(1) La protección es autoalimentada. Se utiliza sólo la alimentación auxiliar para utilizar la comunicación o para fallos sensible de defectos a tierra.
(2) El número de disparos se muestra de 4 maneras diferentes.
(3) 14 A para un interruptor automático de 450 A.
(4) Función disponible.
• Función disponible dependiendo del modelo del Sepam.

RM6 24 kV

Protección VIP 40, VIP 50 de transformador con interruptor automático

Características

Schneider Electric recomienda interruptores automáticos para la protección a transformador en lugar de fusibles. Esto ofrece los siguientes ventajas:

- Facilidad en el parametrizado
- Mejor selectividad con otras protecciones MT y BT
- Mejora de la protección por picos de corriente en la conexión (inrush), sobrecargas, y bajas umbrales de intensidad de falta entre fases o a tierra
- Mayor resistencia al choque climático
- Reducción de mantenimiento por piezas de recambio
- Disponibilidad de funciones adicionales tales como medida, diagnósticos y supervisión remota
- Vida y coste equivalente a las protecciones tradicionales por fusibles

Aplicaciones

- Nivel básico para la protección a transformador MLI/II
- Curvas de protección a tiempo dependiente específicas para la protección del transformador MLI/II
- Curvas a tiempo definido para las faltas a tierra
- Medida de la intensidad de fase y pico de demanda

Características principales

Sistema autoalimentado

- Energizado por las tensiones; sin necesidad de alimentación auxiliar

Sistema de protección completo autoalimentado

- Bloques funcionales integrados en el rolé de protección

Protección de sobrecorriente de fase

- Disparo por curva optimizada para la protección transformador MLI/II
- Protección contra sobrecargas y cortocircuitos en primario y secundario
- Filtrado del segundo armónico
- Un solo parámetro de ajuste (I₂)
- Selectividad con los interruptores BT y fusibles BT
- Conforme a los criterios de funcionamiento TH (Time Fuse link)

Protección de defectos fase a tierra

- Curva de disparo a tiempo definido
- Parametrización: I₂ (suma intensidades de fase) y I₀
- Filtrado del segundo armónico

Medida

- Intensidad de carga de cada fase
- Pico de intensidad de carga

Panel frontal y parametrización

- Medida de las intensidades en pantalla LCD de 3 dígitos
- Parametrizado con 3 dígitos (I₂, I₀, I₂₀) protegido por una tapa precintable
- Indicación de disparo alimentado por una batería integrada con reset por botón o automáticamente

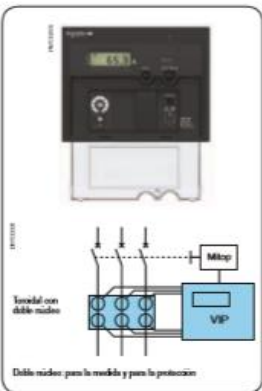
Otras características

- Soluciones pre-encontradas que resuelven la complicada tarea de elección de TIs
- Conforme a la norma IEC 60255 de roles de protección de MT
- No es necesario ningún PC o software especial para la parametrización o puesta en marcha
- Múltiples posibilidades de parametrización
- Autoalimentado por modo de tocos de doble núcleo: Cuat
- Entorno: -40°C/+70°C

Testeo a través de un módulo de batería de botón

- Este accesorio se puede conectar en el frontal de los roles VP 40 y VP 45 para energizar el rolé y realizar un rápido testeo cuando el rolé no está energizado

Umbrales de intensidad para parametrizar los roles VP 40 y VP 50



Intensidad nominal (A)	Potencia del transformador (kVA)															
	50	75	100	125	150	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000
3	10	15	20	25	30	45	55	68	80	115	140	170	200			
3,3	10	15	18	22	26	36	45	56	70	90	115	140	200			
4,2	8	12	15	18	22	26	36	45	56	70	90	115	140	200		
5,5	6	8	12	15	18	22	26	36	45	56	68	90	115	140	170	
6	5	8	10	12	15	18	20	25	36	45	56	68	90	115	140	200
6,6	5	8	10	12	15	18	22	26	36	45	56	70	90	115	140	200
10	5	8	8	10	12	15	20	25	30	37	56	68	80	115	140	170
11	5	8	8	10	12	15	18	22	26	36	45	56	68	90	115	140
13,8	5	8	8	10	12	15	18	22	26	36	45	56	68	90	115	140
15	5	8	8	10	12	15	18	20	25	36	45	56	68	90	115	170
20	5	8	8	10	12	15	18	20	25	30	37	56	68	80	115	140
22	5	8	8	10	12	15	18	20	25	30	37	56	68	80	115	170

(1) Para protección de cortocircuito, no de sobrecarga.

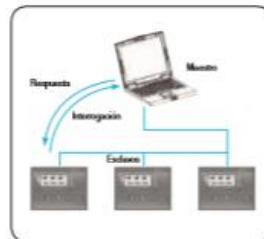
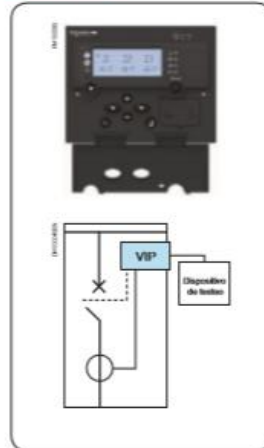
RM6 24 kV

Protección general VIP 400, VIP 410 con interruptor automático

Características

VIP 400 es un relé autoalimentado y energizado por transformadores toroidales; no requiere de alimentación auxiliar para su funcionamiento.

VIP 410 es un relé de alimentación dual, siendo autoalimentado para las funciones básicas y con la posibilidad de alimentar en Vcc o Vca para funciones adicionales.



Aplicaciones

- Relé de protección para funciones de entrada y salida en redes de distribución MT
- Relé de protección a transformador MLI

Características principales

VIP 400: relé de protección autoalimentado

Este modelo se alimenta a través de los transformadores toroidales (TTS). No requiere de una fuente de alimentación auxiliar para su funcionamiento.

- Protección de sobrecorriente de fase y homopolar
- Protección térmica de sobrecarga
- Medida de intensidades

Otras características

- Diseñado para las funciones interruptor automático de la gama RM6
- Soluciones pre-encontradas que resuelven la complicada tarea de elección de TTS
- Conforme a la norma IEC 60255 de relés de protección de MT
- No es necesario ningún PC o útil especial para la parametrización o puesta en marcha
- Autoalimentado por medio de toros de doble núcleo: Cuar
- Entorno: -40°C / +70°C

Testeo a través de un módulo de batería de botón

Este accesorio se puede conectar en el frontal de los relés VIP para energizar el relé y realizar un rápido testeo cuando el relé no está energizado. Este dispositivo también permite testear el interruptor automático.

VIP 410: relé de protección con alimentación dual

- Ofrece las mismas funciones de autoalimentación del relé VIP 400
- Además, el VIP 410 puede ser alimentado a Vcc o Vca para habilitar funciones que no pueden funcionar en modo autoalimentado:

- Defecto sensible de falta a tierra
- Entrada para disparo externo
- Carga Ict
- Comunicación (puerto Modbus RS485)
- Señalización
- Si falla la alimentación auxiliar en la aparición de un cortocircuito, las funciones de protección están en funcionamiento

Preparado para Smart Grids

Suministro dual para comunicación con:

- DMS Y RTUs
- Alarmas remotas
- Fechado de los eventos
- Medidas de intensidad, histogramas de las cargas, sobrecorriente y disparos

Dedicado a la inteligencia de buses MT con automatismos

- Configuración remota
- Elección de umbrales de protección de acuerdo con la configuración de los buses MT
- Gestión a distancia
- Sistema Plug and Play con equipos Energy RTU (1200) para integrar todos los protocolos IEC 60870-104, DNP3, IEC 61850 y páginas web remotas

RM6 24 kV

Protección a transformador con sistema integrado VIP con interruptor automático

Características

La serie VIP es un sistema de protección integrado:

- Con sensores de intensidad específicos con núcleos para la protección y la medida
- Con la opción de protección de falta sensible
- Actuando sobre una bobina de disparo de bajo consumo (Mitop)

Sensores de alta sensibilidad

Sistema VIP de protección integrada

El sistema de protección integrada VIP está compuesto por sensores, una unidad de proceso y una bobina, diseñados conjuntamente para proporcionar el más alto nivel de fiabilidad y sensibilidad de 0,2 A a 20 In para el VIP 400 y VIP 410, y de 5 A a 20 In para el VIP 40 y VIP 45.

Sensores

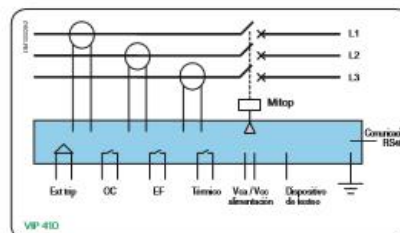
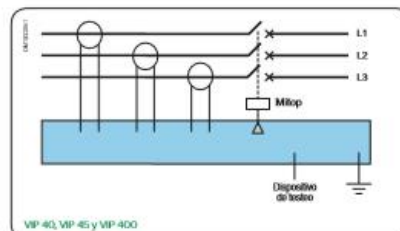
Los sensores están formados por un bloque de tres toroidales con un nivel de aislamiento 0,72 kV / 3 kV 1 min., que proporcionan las señales de protección y medida.

- Sensor de medida basado en la tecnología de LPT (Low power current transformer) definida en la norma IEC 60044-8, asegurando una excelente precisión
- SP30 para la protección
- Clase 1 para la medida
- La salida de los captadores aseguran el calibrado del relé autosintonizado incluso con umbrales bajos de carga
- Ejemplo: 14 A son necesarios para funcionar el VIP 400 hasta su nivel de saturación
- Ejemplo: 4 A son necesarios para funcionar el VIP 40 hasta su nivel de saturación
- Opcionalmente el VIP 410 puede asociarse con un transformador toroidal adicional (toro homopolar) dedicado exclusivamente a la medida de intensidad residual hasta un nivel de 0,2 A

Disparo

- El sistema VIP se ha diseñado explícitamente para funcionar con un nivel bajo de consumo (bobina de disparo Mitop y relé de protección) que se alimenta de los sensores
- El circuito Mitop está supervisado de forma continua

Esquema de conexión



Schneider
Energie

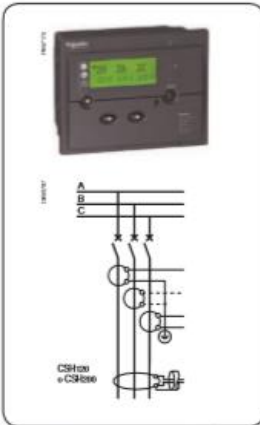
RM6 24 kV

Protección Sepam serie 10 con interruptor automático

Características

Relé gama Sepam serie 10:

- Protección de sobrecorriente de fases y fallas a tierra, capaz de detectar defectos a tierra con una sensibilidad de 0,2 A
- Posibilidad de comunicar con el equipo de telemando Essergy T2000 para tener control remoto del interruptor automático
- Protección de imagen térmica por sobrecarga (ANSI 48RMS)
- Selectividad lógica para reducir los escalones de actuación
- Registro de fallas o los últimos cinco eventos



26

Características principales

Sistema de protección

El sistema de protección incorpora:

- Conjunto de tres transformadores montados sobre los parastapas (del mismo modo que con los relés VIP)
 - Un transformador específico (CS15120 o CS1500) para la medida de la intensidad residual (solo en el modelo que permite la medida sensible)
 - Un relé Sepam 10
 - Una bobina de disparo para celda IIM6
- El relé Sepam precisa de una fuente de alimentación auxiliar (no incluida con el suministro de la celda). En el caso de suministro conjunto con un telemando T2000, los Sepams pueden alimentarse a través de la fuente de alimentación de este último.

Sencillez

- Funcionamiento sencillo: pantalla, teclas, pictogramas
- Ajuste de parámetros directamente en el relé sin necesidad de usar ningún PC
- Diversidad de lenguas: Español, Inglés, Francés, Italiano, Alemán, Japón, Portugués

Características

- 4 entradas lógicas
- 7 relés de salida
- 1 puerto de comunicación

Funciones		Código ANSI	Serie Sepam 10	
		B	A	
Protección				
Protección contra defectos a tierra	Extintor	50N5 IN	•	•
	Alta sensibilidad		•	•
Protección de máxima intensidad de fase		50S 1	•	•
Protección de sobrecarga térmica		48RMS	•	•
Protección de máxima intensidad de fase y de defectos a tierra resiste de carga en filo			•	•
Selectividad lógica	Enredo de bloqueo	68	•	•
	Recuperación de bloqueo		•	•
Disparo externo				•
Mediciones				
Contenido de defectos a tierra			•	•
Intensidades de fase			•	•
Contenido de demanda de pico			•	•
Control y supervisión				
Disparo y bloqueo del interruptor automático	95		•	•
Indicación de disparo			•	•
Supervisión del circuito de disparo				•
Control de disparo remoto				•
Registro del último defecto			•	
Registro de los 5 últimos eventos				•
Comunicación				
Modbus				•
IEC 60670-5-103				•
Entradas / Salidas (número)				
Entradas de contenido de defectos a tierra		1		1
Entradas de contenido de fase		2 o 3		3
Salidas de relé lógicas		3		7
Entradas lógicas		-		4
Puerto de comunicación		-		1

• Función disponible.
• La disponibilidad de las funciones depende del modelo de Sepam.

Schneider
Electric

RM6 24 kV

Transformadores toroidales CSH120 - CHS200 con interruptor automático

Características

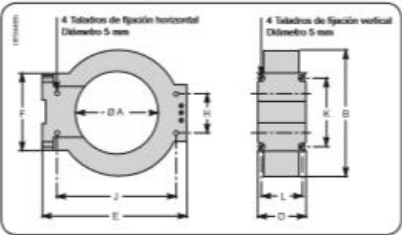
Función

Los toroidales de diseño específico CSH120 y CSH200 están destinados a la medición de la corriente residual directa. La única diferencia entre ellos es el diámetro. Su aislamiento de baja tensión sólo permite emplearlos en cables con blindaje a tierra.

Características		CSH120	CSH200
Diámetro interno		120 mm (4.7 in)	200 mm (7.9 in)
Peso		0,6 kg (1,32 lb)	1,4 kg (3,09 lb)
Precisión		±0,6% a 20°C (68°F)	
		±0,6% máx. (tem. -25°C a 70°C / (-13°F a +158°F))	
Relación de transformación		0/1/0	
Corriente máxima permitida		20 mA - 1 s	
Temperatura de funcionamiento		-25°C a +70°C (-13°F a +158°F)	
Temperatura de almacenamiento		-40°C a +85°C (-40°F a +185°F)	



Dimensiones CSH120 y CSH200



Dimensiones		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
CSH120	mm	120	154	44	190	76	40	195	127	35			
	polg	4,72	6,06	1,73	7,48	2,99	1,57	7,68	5,00	1,38			
CSH200	mm	200	256	46	274	120	60	267	104	37			
	polg	7,87	10,1	1,81	10,8	4,72	2,36	10,5	4,09	1,46			

RM6 24 kV

Protección a transformador con interruptor ruptofusible

Características



Sustitución de fusibles

En caso de fusión de un fusible, las normas IEC recomiendan cambiar sistemáticamente los 3 fusibles.

Características

El calibre de los fusibles utilizados para la protección del transformador depende, entre otros, de las características siguientes:

- Tensión de servicio
- Potencia del transformador
- Disipación térmica de los fusibles
- Tecnología de los fusibles (fabricante)

Se recomienda instalar fusibles:

- Tipo Fusare CF según normas dimensionales IEC 60282-1, con o sin pericutor (ejemplo (según la tabla de elección), para la protección de un transformador de 400 KVA a 10 kV se elegirán fusibles Fusare CF calibre 50 A.

Nota: Consultar sobre la instalación de otros fusibles de otros fabricantes.

Tabla de elección

(Calibre en A - utilización sin sobrecarga a -25 °C < θ < 40 °C).

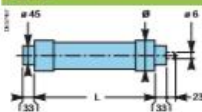
Fusibles (tipo Fusare CF y SBA, Cero generadores IEC 60882-1, IEC 60271-105 (subtipo a IEC 60439) y norma DIN 43635)																	
Tensión de servicio (kV)	20	25	30	35	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630
3	20	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000
3,3	20	25	40	40	63	80	80	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000
4,2	20	25	25	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800
5,5	16	20	25	25	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630
6	16	20	25	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500
6,6	10	20	25	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500
10	10	10	16	20	25	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
11	10	10	16	20	20	25	25	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
13,8	10	10	10	16	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250
15	10	10	10	10	16	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
20	10	10	10	10	16	16	20	25	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160
22	10	10	10	10	10	16	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160

(1) Fusible SBA tipo 180 A/12 kV referencia 3D-020-13.

(2) En caso de disparo externo por sobrecorriente hay que coordinar la apertura del interruptor y del fusible.

Dimensiones de los fusibles

Fusare CF



U _n (kV)	I _n (A)	L (mm)	Ø (mm)	Masa (kg)
12	10 a 25	292	50,5	1,2
	31,5 a 40	292	55	1,8
	50 a 100	292	76	3,2
	125	442	86	5
24	10 a 25	442	50,5	1,7
	31,5 a 40	442	55	2,6
	50 a 80	442	76	4,5
	100	442	86	6,7

RM6 24 kV
Sistemas de conmutación automática
Telemando

Telemando

Sistemas de conmutación automática

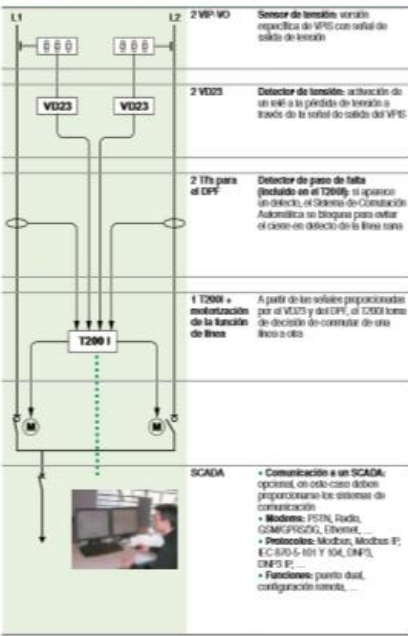
La continuidad de servicio en redes de Media tensión es una necesidad cada vez más innegociable y especialmente en aplicaciones con cargas críticas. En estos casos un sistema de conmutación automática se hace imprescindible.

Para su tranquilidad, la gama RM6 dispone de sistemas de control automático y gestión de conmutaciones de redes con pequeños tiempos de actuación (menos de 10 segundos), garantizando así la fiabilidad de su red.

El control automático se realiza a través de los equipos Energy T200. Este dispositivo, que también puede utilizarse para sistemas de telemando, dispone de un amplio rango de módulos y perfiles de comunicación. Por defecto, el T200 incorpora un módem RS232 y el protocolo ModbusRTU.



Ejemplo de sistema de conmutación automática formado por:



RM6 24 kV

Motorización funciones interruptor, interruptor ruptofusible e interruptor automático

Accesorios



Motorización función interruptor

- En el mando del interruptor existe un espacio reservado para el motorreductor, que puede venir instalado de fábrica, pero que también puede instalar el cliente "in situ", con tensión en el juego de barras o en el cable y sin desmontar el mando.
- Un conjunto de enclavamientos eléctricos impide realizar falsas maniobras.

Con la motorización, RM6 se integra perfectamente en un sistema de telemando.

Motorización función interruptor automático e interruptor ruptofusible

- Las funciones de protección con interruptor automático e interruptor ruptofusible pueden equiparse con un motorreductor, que puede venir instalado de fábrica, pero que también puede instalar el cliente "in situ" y sin desmontar el mando.
- Un enclavamiento eléctrico impide realizar falsas maniobras. Esta funcionalidad es una opción para el interruptor automático pero se suministra siempre en el caso de interruptor ruptofusible. Con la motorización, RM6 se integra perfectamente en un sistema de telemando. Esta opción es especialmente interesante para la protección de un bucle MT con supervisión de un sistema de telemando.

Mandos de operación						
Tipos de mecanismos						
Circuito principal	CI1		CI1		CI1	
	Interruptor		Interruptor automático		Interruptor ruptofusible	
Modo operación manual	Cierre	Apertura	Cierre	Apertura	Cierre	Apertura
	Palanca	Palanca	Palanca	Botón pulsador	Palanca	Botón pulsador
	Motor	Motor	Motor	Motor	Motor	Motor
Seccionador de puesta a tierra	Tiempo de operación	1 a 2 s	1 a 2 s	1 a 2 s	11 a 13 s	60 a 85 ms
	Cierre	Apertura	Cierre	Apertura	Cierre	Apertura
	Modo operación manual	Palanca	Palanca	Palanca	Palanca	Palanca

Opciones de alimentación para la motorización

La motorización es posible en las funciones L, P y D.

		Vcc						Vcc (50 Hz)	
Tensión de alimentación	(V) ⁽¹⁾	24	48	60	110	125	220	120	230
Potencia	(W)	240							
	(VA)							200	

(1) Consultar para otros valores de frecuencia.

(2) Son necesarios 20 A de potencia en el armario del motor.

RM6 24 kV
Bobinas y contactos auxiliares
Accesorios



Contactos auxiliares

- Cada interruptor o interruptor automático admite 4 contactos auxiliares de posición 2A + 2C
- Cada seccionador de puesta a tierra (excepto en la función interruptor ruptorizable) admite 1 contacto auxiliar de posición (1A o 1C)
- Cada interruptor automático admite 1 contacto auxiliar de señalización de defecto (procedente del relé VIP)
- Cada interruptor ruptorizable admite 1 contacto auxiliar de señalización de fusión del fusible

Bobina de apertura

Cada interruptor automático o interruptor ruptorizable admiten una bobina de apertura a omisión de tensión.

Opciones bobina de disparo interruptor automático o interruptor ruptorizable		Yes								No (pH No)	
Tensión de alimentación (V)		24	48	60	110	125	220	120	230		
Potencia (W)		200	250	250	300	300	300			400	750
Tiempo respuesta (ms)		35								35	

(1) Consultar para otros valores de frecuencia.

Bobina de mínima

Disponible en funciones de interruptor automático y en interruptor ruptorizable. Este dispositivo provoca el disparo del circuito principal cuando la tensión de alimentación auxiliar cae por debajo del 35% de su valor asignado.

El tiempo de respuesta de la bobina de disparo puede parametrizarse de 0,5 a 3 s.

		Yes								No (pH No)	
Tensión de alimentación (V)		24	48	60	110	125	220	120	230		
Potencia											
Ataque (W o VA)		200 (durante 200 ms)								200	
Formación (W o VA)		4,5								4,5	
Rango de funcionamiento											
Apertura		0,35 a 0,7 Un								0,35 a 0,7	
Cierre		0,05 Un								0,05	

(1) Consultar para otros valores de frecuencia.

Unidad de testeo de relés

Este dispositivo se utiliza para alimentar los relés VIP 40, VIP 45, VIP 400 y VIP 410, haciendo posible el funcionamiento y prueba del sistema de protección. También se puede utilizar para alimentar y ensayar interruptores automáticos en BI.

Unidad de concordancia de fases

Este dispositivo se utiliza para comprobar la concordancia de fases.

Opción para el compartimento de cables

Es posible solicitar una panel frontal de acceso al compartimento de cables más profundo para conectar dos cables por fase.

RM6 24 kV

Detectores de paso de falta

Accesorios

Incrementa la disponibilidad de la red con los detectores de paso de falta en MT. Compacto y en formato DIN, totalmente integrado en las celdas RM6. Cada función interruptor de la celda puede equiparse con:

- Detector de paso de falta
- Amperímetro
- Detector de tensión



Una avanzada gama de DPF (Detector de Paso de Falta) con detección de tensión, lógica de presencia de tensión programable con comunicación Modbus con la capacidad de operar con todos los tipos de regímenes de neutro de la red. Una solución sencilla para aplicaciones Smart Grid.

Detector de paso de falta Flair:
Equipado con presencia/ausencia de tensión. 2 contactos de salida configurables.
Para fallos en redes con neutro compensado (bobinas de Petersen) o aislado se requiere unos indicadores presencia de tensión VPS, VO con la excepción del Flair 21D.



Amp21D



Flair 23DH

Detector de paso de falta

La actualización de la gama Essergy Flair 21D - 22D - 23D - 23DH de detectores de paso de falta está implementada en formato DIN, es eficiente, autoalimentada y se adapta sin dificultad a las redes de distribución. Preparada para operar en todos los regímenes de neutro. Equipada con una pantalla LCD para visualizar con detalle los parámetros y con la opción de incluir una señalización por lámpara externa.

Funciones

- Indicación de falta fase-fase o fase-tierra
- Visualización de parámetros y umbrales
- Visualización del defecto de fases
- Visualización de sobrecarga, mínima intensidad de cada una de las fases, frecuencia y dirección del flujo de energía
- Detector de paso de falta combinado con detección de tensión (solo para Flair 23D)

Fácil y fiable de utilizar

- Parametrización automática en campo
- Indicación de falta por LED, pantalla LCD y lámpara externa (opcional)
- Vida de la batería 15 años (Flair 23D)
- Precisión en la detección de la falta por validación de la falta por la pérdida de tensión a través de los indicadores VPS (excepto para el Flair 21D)
- Posibilidad de montarlo en fábrica o en campo. La adaptación en campo puede realizarse a través de torcillos apertibles para no desconectar los cables MT



Indicador de sobrecarga

El amperímetro Amp21D de la gama Essergy está dedicado a la supervisión de la carga en redes MT.

Funciones

- Lectura de 3 intensidades de fase: I1, I2, I3
- Lectura de máxima intensidad: I1, I2, I3

Fácil y fiable de utilizar

- Parametrización automática en campo
- Posibilidad de montarlo en fábrica o en campo
- La adaptación en campo puede realizarse a través de torcillos apertibles para no desconectar los cables MT

Detectores de tensión

Flair 23D: Una avanzada gama de DPF (Detector de Paso de Falta) con detección de tensión, lógica de presencia de tensión programable con comunicación Modbus con la capacidad de operar con todos los tipos de regímenes de neutro de la red. Una solución sencilla para aplicaciones Smart Grid.

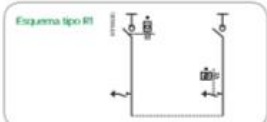
- Combinación de detección de paso de falta con detector de tensión
- Ideal para integrar dentro de un sistema de conmutación automática
- Precisa de fuente de alimentación auxiliar
- Requiere indicadores presencia de tensión VPS, VO para la lectura de tensión en MT
- La opción de comunicación lo convierte en el detector ideal para la integración de detectores comunicables en las redes de distribución

RM6 24 kV
Enclavamientos
Accesorios



Enclavamientos por cerraduras

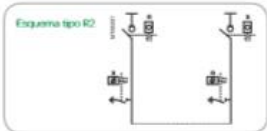
Las referencias (O, S y X) se encuentran tanto en las llaves como en las cerraduras. Aquí se muestran solo para ayudar a comprender los esquemas. Cuando un interruptor está enclavado en posición "abierto", el control remoto no funciona.



En el interruptor de línea y la salida del interruptor automático

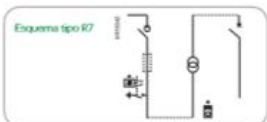
Enclavamiento semicruzado

Impedir el cierre del seccionador de puesta a tierra "aguas abajo" mientras el interruptor "aguas arriba" no está enclavado en posición "abierto".



Enclavamiento cruzado

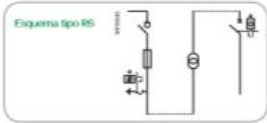
Impedir el cierre de los seccionadores de puesta a tierra mientras los interruptores no estén enclavados en posición "abierto".



En la salida del transformador

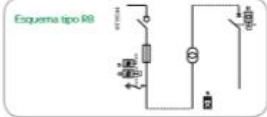
RM6/transformador

Impedir el acceso al transformador mientras el seccionador de puesta a tierra no está enclavado en posición "cerrado".



RM6/abajo tensión

Impedir el cierre del seccionador de puesta a tierra y el acceso a los posibles fusibles de la unidad de protección, mientras el interruptor automático general ET no está enclavado en posición "abierto" o "desenchufado".



RM6/transformador/abajo tensión

Impedir el cierre del seccionador de puesta a tierra y el acceso a los posibles fusibles de la unidad de protección, mientras el interruptor automático general ET no está enclavado en posición "abierto" o "desenchufado".
Impedir el acceso al transformador mientras el seccionador de puesta a tierra no está "cerrado".

Leyenda
[O] [C] [X] [S] [P]
[O] [C] [X] [S] [P]
[O] [C] [X] [S] [P]

Schneider
Electric

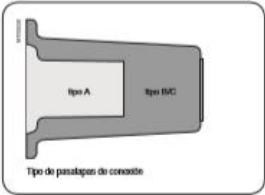
RM6 24 kV

Elección del pasatapas

Conexiones MT

Generalidades:

- Los perfiles, contactos y dimensiones de los pasatapas de conexión RM6 son los definidos por la norma IEC 60137
- El 100% de los pasatapas de resina epoxy son sometidos a los ensayos dieléctricos de frecuencia industrial y a ensayos de descargas parciales



Consideraciones

Los pasatapas conducen la intensidad entre el exterior y el interior de la envolvente llena de gas SF₆ y garantizan el aislamiento entre los conductores que están bajo tensión y la masa.

Existen 3 tipos de pasatapas que se definen por su intensidad asignada de corta duración admisible:

- Tipo A: 200 A, 12,5 kA 1 s y 31,5 kA cresta (enchufable)
- Tipo B: 400 A, 16 kA 1 s y 40 kA cresta (enchufable)
- Tipo C: 400-630 A, 25 kA 1 s, 21 kA 3 s y 62,5 kA cresta (atornillable M16)

Cómo definir el pasatapas de conexión

Los pasatapas de conexión dependen de criterios específicos:

- Instalación**
- Intensidad del material conectado: 200, 400, 630 A
 - Intensidad asignada de corta duración admisible para 12,5 kA, 16 kA y 25 kA en las funciones de interruptor o interruptor automático
 - Para la función de interruptor ruptorizable, al estar limitada por el fusible la intensidad de cortocircuito, el pasatapas de conexión será de tipo A (200 A)
 - Longitud mínima de expansión de bases
 - Tipo de conector enchufable:
 - Desenchufable: dedo de contacto
 - Atornillable: conexión de rosca
 - Conector enchufable de salida: recto, acodado, en T

- Cable**
- Tensión asignada:
 - Del cable
 - De la red
 - Tipo de conductor:
 - Aluminio
 - Cobre
 - Sección en mm²
 - Diámetro del aislamiento
 - Composición del cable:
 - Unipolar
 - Tripolar
 - Tipo de aislante:
 - Seco
 - Papel impregnado (no migrante)
 - Tipo de pantalla
 - Armadura

RM6 24 kV

Elección de conectores

Gama de conectores para cable seco unipolar (funciones de línea)

Conexiones MT

Función de interruptor (L) de 400 A - 16 kA/1s

Postapas 400 A atornillable (pasapas estándar de suministrador)

Marca	Modelo	Cable	Tipo	Protección
NKT	CI 24 400	1200 kV 25 a 300 mm ²	1a "I"	Apartado
	CI 36 400	1200 kV 400 mm ²	1a "I"	Apartado
Pyramiden	MSCI 400	1200 kV 50 a 400 mm ²	1a "I"	Apartado
	MSCI A 400	1200 kV 50 a 400 mm ²	1a "I"	Apartado
SM	90 E 705-6240	1200 kV 50 a 240 mm ²	1a "I"	Apartado
	90 E 715-6240	1200 kV 400 mm ²	1a "I"	Apartado
Euronorm	K400 III	1200 kV 30 a 300 mm ²	1a "I"	Apartado

Postapas 400 A enchufable (variante)

Marca	Modelo	Cable	Tipo	Protección
NKT	CE 24 400	1200 kV 25 a 300 mm ²	Acodado	Apartado
	CI 36 400	1200 kV 400 mm ²	Acodado	Apartado
Pyramiden	MSCI 400	1200 kV 50 a 240 mm ²	Acodado	Apartado
	MSCI A 400	1200 kV 50 a 240 mm ²	Acodado	Apartado
SM	90 E 605/4	1200 kV 25 a 240 mm ²	Acodado	Apartado
Euronorm	K400 LH	1200 kV 25 a 240 mm ²	Acodado	Apartado
	K400 TE	1200 kV 25 a 240 mm ²	1a "I"	Apartado

Función de interruptor (L) de 630 A - 20 kA/1s

Postapas 630 A atornillable

Marca	Modelo	Cable	Tipo	Protección
NKT	CI 24 630	1200 kV 25 a 300 mm ²	1a "I"	Apartado
	CI 36 630	1200 kV 400 mm ²	1a "I"	Apartado
Pyramiden	MSCI 630	1200 kV 50 a 400 mm ²	1a "I"	Apartado
	MSCI 630	1200 kV 50 a 400 mm ²	1a "I"	Apartado
SM	90 E 705-6240	1200 kV 50 a 240 mm ²	1a "I"	Apartado
	90 E 715-6240	1200 kV 400 mm ²	1a "I"	Apartado
Euronorm	K400 III	1200 kV 30 a 300 mm ²	1a "I"	Apartado

Función de protección de transformador con interruptor ruptofusible (P) de 200 A (16 kA o 20 kA/1s)

Postapas de 200 A enchufable

Marca	Modelo	Cable	Tipo	Protección
NKT	LAGG 200/50	1200 kV 25 a 95 mm ²	Recto	Apartado
	CE 24 250	1200 kV 25 a 95 mm ²	Acodado	Apartado
Pyramiden	MSCS 250	1200 kV 16 a 95 mm ²	Recto	Apartado
	MSCS 250	1200 kV 16 a 95 mm ²	Acodado	Apartado
SM	90 E 600-2	1200 kV 50 a 95 mm ²	Recto	Apartado
	90 E 605-2	1200 kV 25 a 95 mm ²	Acodado	Apartado
	90 E 610-2	1200 kV 95 mm ² 18/18	Acodado	Apartado
Euronorm	K152 SH	1200 kV 16 a 95 mm ²	Recto	Apartado
	K150 LH	1200 kV 16 a 95 mm ²	Recto	Apartado

RM6 24 kV

Elección de conectores

Gama de conectores para cable seco unipolar (funciones de protección de transformador)

Conexiones MT

Función de protección con interruptor automático (D) de 400 A - 16 kA/1 s

Pasatapas 400 A atornillable (pasatapas estándar de suministro)

Marca	Modelo	Cable	Tipo	Protección
NKT	CI 24-400	12/20 kV, 25 a 300 mm²	1a "I"	Apantallado
	CI 36-400	12/20 kV, 400 mm²	1a "I"	Apantallado
Prysmian	MSCI-400	12/20 kV, 50 a 400 mm²	1a "I"	Apantallado
	MSCI-A 400	12/20 kV, 35 a 400 mm²	1a "I"	Apantallado
3M	99.E 705-6240	12/20 kV, 95 a 240 mm²	1a "I"	Apantallado
	99.E 715-6400	12/20 kV, 400 mm²	1a "I"	Apantallado
Eurocold	K400 TI	12/20 kV, 35 a 300 mm²	1a "I"	Apantallado

Pasatapas 400 A enchufable (variante)

Marca	Modelo	Cable	Tipo	Protección
NKT	CI 24-400	12/20 kV, 25 a 300 mm²	Acodado	Apantallado
	CI 36-400	12/20 kV, 400 mm²	Acodado	Apantallado
Prysmian	MSCI-400	12/20 kV, 35 a 240 mm²	Acodado	Apantallado
3M	99.E 605/4	12/20 kV, 95 a 240 mm²	Acodado	Apantallado
Eurocold	K400 LII	12/20 kV, 25 a 240 mm²	Acodado	Apantallado
	K400 TI	12/20 kV, 25 a 240 mm²	1a "I"	Apantallado

Función de interruptor automático (D) de 630 A - 20 kA/1 s

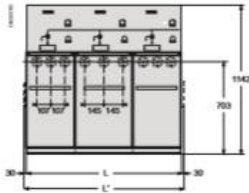
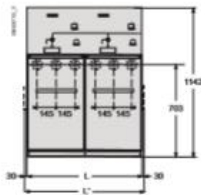
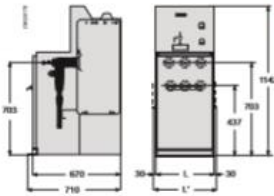
Pasatapas 630 A atornillable

Marca	Modelo	Cable	Tipo	Protección
NKT	CI 24-630	12/20 kV, 25 a 300 mm²	1a "I"	Apantallado
	CI 36-630	12/20 kV, 400 mm²	1a "I"	Apantallado
Prysmian	MSCI-630	12/20 kV, 50 a 400 mm²	1a "I"	Apantallado
	MSCI-A 630	12/20 kV, 35 a 400 mm²	1a "I"	Apantallado
3M	99.E 705-6240	12/20 kV, 95 a 240 mm²	1a "I"	Apantallado
	99.E 715-6400	12/20 kV, 400 mm²	1a "I"	Apantallado
Eurocold	K400 TI	12/20 kV, 35 a 300 mm²	1a "I"	Apantallado

RM6 24 kV

Dimensiones y condiciones de instalación

Instalación



Tipo de cable:
NE: No extensible
DE: Cables extensible
IE: Inclinable extensible
TE: Totalmente extensible

Celda con 1 función			
Función	Pres. (kg)	Longitud (mm)	
RM6 Estándar			
NE	135	L = 477	
		L = 527	
TE	135	L* = 477 + 30 + 30 = 537	
		L* = 527 + 30 + 30 = 637	
DE	185	L* = 477 + 30 + 30 = 537	
		L* = 527 + 30 + 30 = 637	
IE	135	L* = 477 + 30 = 507	
		L* = 477 + 30 + 30 = 537	
TE	145	L* = 527 + 30 + 30 = 637	
		L* = 527 + 30 + 30 = 637	

Celda con 2 funciones				
Función	Preso (kg)	Longitud (mm)		
RM6 Estándar				
NE	180	L = 879		
	DL	L = 879		
	LL	155	L = 879	
DE	LL	155	L* = 879 + 30 = 909	
RM6 Free Combination				
NE		L = 1052		
DE		L* = 1052 + 30 = 1082		
DE		L* = 1052 + 30 = 1082		
TE		L* = 1052 + 30 + 30 = 1112		

(*) Dimensiones sólo para RM6 Free Combination.

(*) Dimensiones sólo para RM6 Free Combination.

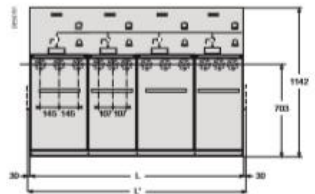
Celda con 3 funciones			
	Función	Pres. (kg)	Longitud (mm)
RM6 Estándar			
NE	LPR	275	L = 1196
	L11	240	L = 1196
	LDR	250	L = 1196
DE	LPR	275	L* = 1196 + 30 = 1246
	L11	240	L* = 1196 + 30 = 1246
	LDR	250	L* = 1196 + 30 = 1246
TE	LPR	275	L* = 1196 + 30 + 30 = 1296
	L11	240	L* = 1196 + 30 + 30 = 1296
	LDR	250	L* = 1196 + 30 + 30 = 1296

RM6 Free Combination			
NE			L = 1532
IE			L* = 1532 + 30 = 1562
DE			L* = 1532 + 30 = 1562
TE			L* = 1532 + 30 + 30 = 1592
RM6 Free Combination con partición de barras			
DE			L* = 1532 + 30 = 1562
TE			L* = 1532 + 30 + 30 = 1592

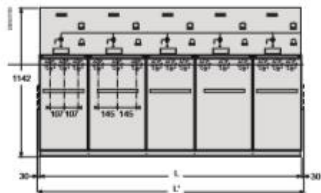
RM6 24 kV

Dimensiones y condiciones de instalación (continuación)

Instalación



Celda con 4 funciones			
	Función	Peso (kg)	Longitud (mm)
RM6 Estándar			
NE	U.I.P.	355	L = 1619
	U.I.L.	320	L = 1619
	U.I.R.	300	L = 1619
	P.I.P.	390	L = 1619
	D.I.R.	340	L = 1619
DE	U.I.P.	355	L* = 1619 + 30 = 1649
	U.I.L.	320	L* = 1619 + 30 = 1649
	U.I.R.	300	L* = 1619 + 30 = 1649
	P.I.P.	390	L* = 1619 + 30 = 1649
	D.I.R.	340	L* = 1619 + 30 = 1649
TE	U.I.P.	355	L* = 1619 + 30 + 30 = 1679
	U.I.L.	320	L* = 1619 + 30 + 30 = 1679
	U.I.R.	300	L* = 1619 + 30 + 30 = 1679



Celda con 5 funciones			
	Función	Peso (kg)	Longitud (mm)
RM6 Estándar			
NE	U.I.R.	470	L = 2000
	P.I.P.	520	L = 2000
	D.I.R.	495	L = 2000
DE	U.I.R.	475	L* = 2000 + 30 = 2030
	U.I.L.	455	L* = 2000 + 30 = 2030
TE	U.I.R.	480	L* = 2000 + 30 + 30 = 2060
	U.I.L.	495	L* = 2000 + 30 + 30 = 2060

RM6 24 kV

Dimensiones y condiciones de instalación (continuación)

Instalación



(1) B = 600 para una función TE
B = 1000 para tres funciones TE
B = 2000 para cuatro funciones TE
Estas dimensiones podrían ser inferiores en condiciones especiales. Consultarlas

Instalación

Montaje en el suelo

La RM6 se soporta por dos flejes metálicos con agujeros para su montaje:

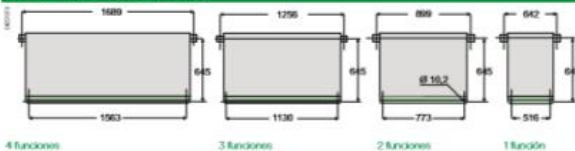
- Sobre un piso plano provisto de zarpas o conductos
- Sobre una base de hormigón
- Sobre perfiles metálicos, etc.

Dimensiones de RM6/DE (derecha extensible) con módulo de extensibilidad

nº Funciones DE	Módulo unidad TE	A (longitud [mm])
RM6 Estándar		
2 funciones	Tipo 1	1514
	Tipo 2	1414
3 funciones	Tipo 1	1731
	Tipo 2	1631
4 funciones	Tipo 1	2164
	Tipo 2	2064
RM6 Free Combination		
2 funciones	Tipo 1	1507
	Tipo 2	1407
3 funciones	Tipo 1	2077
	Tipo 2	2177

Tipo 1: LITE, PYTE, RTE,
Tipo 2: DYTE, SYTE, DRYTE.

RM6 no extensible (vista superior)



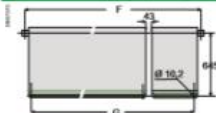
4 funciones

3 funciones

2 funciones

1 función

RM6 extensible (vista superior)



3 o 4 funciones unidas con un módulo extensible

nº Funciones DE	Módulo estándar TE	Longitud (mm)	
		F	G
RM6 Estándar			
2 funciones	Tipo 1	1414	1708
	Tipo 2	1514	1388
3 funciones	Tipo 1	1771	1645
	Tipo 2	1871	1745
4 funciones	Tipo 1	2204	2078
	Tipo 2	2304	2178
RM6 Free Combination			
2 funciones	Tipo 1	1637	1511
	Tipo 2	1737	1611
3 funciones	Tipo 1	2117	1991
	Tipo 2	2217	2091

RM6 Free Combination (vista superior)



3 funciones

2 funciones

nº Funciones DE	Longitud (mm)	
	D	E
RM6 Free Combination		
2 funciones	1127	896
3 funciones	1607	1476

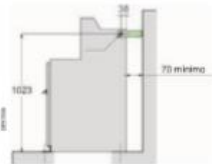
RM6 24 kV

Dimensiones y condiciones de instalación (continuación)

Instalación

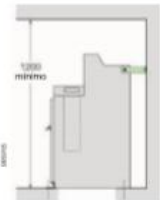
Contra la pared

Hay dos troques que permiten a la celda fijarse a la pared del mismo modo que al suelo.



Distancia al techo

Para centros en los que se disponga de funciones rupturables proveer una altura mínima de 1200 mm.



Instalación del centro para resistencia al arco interno

Cuando se requiera una instalación con protección al arco interno, remitirse a estos esquemas.

Salida de gases por la parte trasera



Salida de gases por el fondo



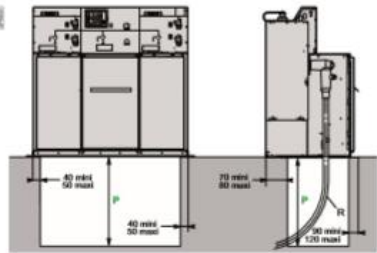
Nota: Componentes que hacen necesario para dirigir los gases hacia el exterior o muros de enfriamiento no forman parte de nuestro oferta. Estos deben adaptarse a cada caso concreto.

RM6 24 kV
Obra civil
Instalación

Conexión de cables en función interruptor automático

Los cables de conexión se pueden llevar a cabo bien:

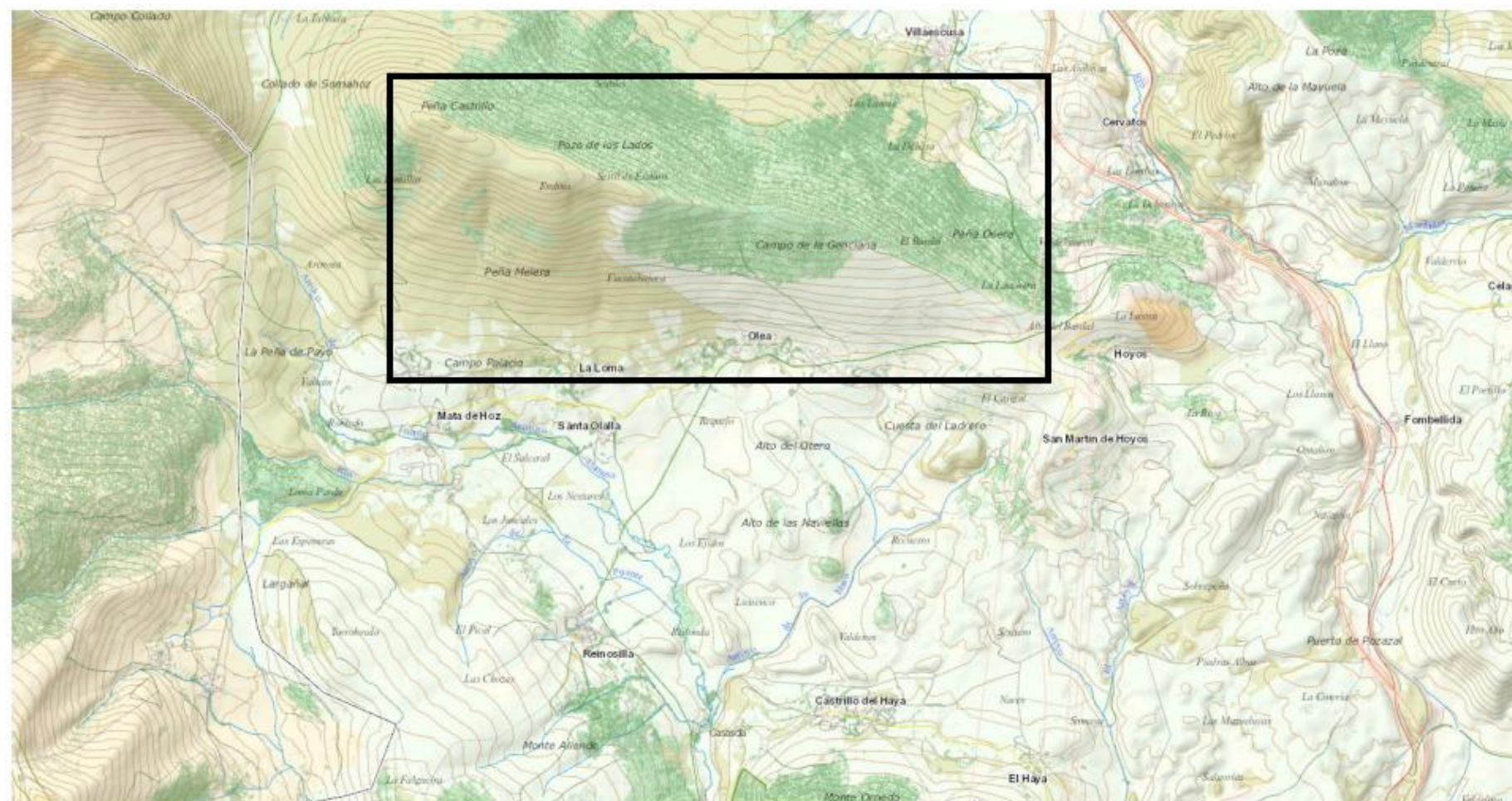
- A través de zanjas, conductos
- A través de paso a izquierda o derecha



Aislamiento de cables	Cable	Sección (mm²)	Radio de curvatura	Entrada de cables por zanja		Entrada de cables por conducto	
				P (perforación)	P (perforación)	P (perforación)	P (perforación)
Aislamiento seco	Simple	< 150	500	400		400	
		185 a 300	600	520		520	
	Triple	< 150	500	600		600	
		185	650	770		770	
Papel impregnado tipo sin drenaje	Simple	< 150	500		580		580
		185 a 300	675		800		800
	Triple	< 95	635		750		750
		150 a 300	835		970		970

ANEXO IV

PLANOS



AUTOR		TÍTULO
Nombre	Hugo Pérez Lagunas	Localización del emplazamiento del parque eólico.
Fecha	01/09/2020	
Escala	1:64000	



AUTOR		TÍTULO
Nombre	Hugo Pérez Lagunas	Esquema unifilar parque eólico
Fecha	01/09/2020	
Escala		

V. Pliego de condiciones

Índice

1.1 Objeto

2.1. Generalidades

2.1.1. Contratista

2.1.2. Autoridad del director de la obra

2.1.3. Permisos y licencias

2.1.4. Causa de resolución de contrato

2.1.5. Subcontratación de obras

2.2. Normas, reglamentos y leyes de aplicación

2.3. Medición y abono de las obras

2.3.1. Condiciones generales

2.3.2. Indemnización por daños

2.3.3. Demoliciones

2.3.4. Excavaciones en general

2.3.5. Rellenos de tierras

2.3.6. Materiales sobrantes

2.3.7. Medios auxiliares

2.3.8. Medición y abono de las obras terminadas

2.3.9. Modo de abonar las obras defectuosas pero admisibles

2.3.10. Modo de abonar las obras concluidas y las incompletas

2.3.11. Abono de obras accesorias

2.3.12. Vicios y defectos de construcción

2.3.13. Reclamaciones

2.3.14. Gastos de carácter social

2.3.15. Gastos de carácter general a cargo del contratista

2.4. Disposiciones que, además de la legislación general, regirán durante el contrato

2.4.1. Vigilancia de las obras

2.4.2. Libro de obra

- 2.4.3. Seguridad en el trabajo
- 2.4.4. Seguridad pública
- 2.4.5. Organización del trabajo
- 2.4.6. Datos de la obra
- 2.4.7. Contradicciones, omisiones y modificaciones del proyecto
- 2.4.8. Recepción del material
- 2.4.9. Ejecución de las obras
- 2.4.10. Plazo de ejecución
- 2.4.11. Penalización por demora
- 2.4.12. Recepción provisional
- 2.4.13. Período de garantía
- 2.4.14. Recepción definitiva

3.1. Especificación general de preparación del terreno y movimiento de tierras

- 3.1.1. Objeto
- 3.1.2. Alcance
- 3.1.3. Trabajos previos
- 3.1.4. Deforestación, desbroce y limpieza
- 3.1.5. Control de las aguas
- 3.1.6. Explanación del terreno
- 3.1.7. Excavaciones y desmontes
- 3.1.8. Rellenos y terraplenes
- 3.1.9. Método de evaluación de los trabajos

3.2. Especificación general de ejecución de obras y estructuras de hormigón

- 3.2.1. Objeto y alcance
- 3.2.2. Hormigones
- 3.2.3. Encofrado
- 3.2.4. Materiales / Acero para armar
- 3.2.5. Método de evaluación de los trabajos

3.3. Especificación general de instalaciones de media y baja tensión

3.3.1. Conductores

3.3.2. Línea subterránea de Baja y Media tensión

3.3.3. Centros de transformación

3.3.4 Subestación auxiliar

3.3.5 Línea aérea de alta tensión

1.1 Objeto

El objeto del presente Pliego de Condiciones Generales es determinar los requisitos a que se debe ajustar la ejecución de las instalaciones de referencia, cuyas características técnicas estarán especificadas en los restantes documentos que componen este Proyecto

2.1. Generalidades

2.1.1. Contratista

Podrá ser contratista toda aquella persona natural o jurídica que tenga capacidad legal o técnica para ello. La capacidad del contratista, de acuerdo con las normas del Derecho Español, deberán existir y ser acreditadas en el momento de la oferta y el contrato, en su caso.

El contratista estará obligado al cumplimiento de la reglamentación del trabajo correspondiente, la contratación del seguro obligatorio, subsidio familiar o de vejez, seguro de enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes en el momento de la ejecución de las obras. En particular deberá cumplir lo dispuesto en la norma UNE 24042: "Contratación de obras, condiciones generales", siempre que no lo modifique el presente pliego de condiciones.

2.1.2. Autoridad del director de la obra

El director de la obra resolverá, en general, todos los problemas que se plantean durante la ejecución de los trabajos del presente proyecto, de acuerdo con las atribuciones que le concede la legislación vigente. De forma especial el contratista deberá seguir sus instrucciones en cuanto se refiere a la calidad y acopio de materiales, ejecución de las unidades de obra, interpretación de planos y especificaciones, modificaciones del proyecto, programa de ejecución de los trabajos y precauciones a adoptar en el desarrollo de los mismos, así como en lo relacionado con la conservación de la estética del paisaje que pueda ser afectado por las instalaciones o cualquier otro tipo de trabajo.

2.1.3. Permisos y licencias

El contratista deberá a su costa todos los permisos y licencias necesarias para la ejecución de las obras, corriendo a su cargo la confección de todos los documentos necesarios y trámites para la legalización de cada instalación ante la delegación de industria debiendo gestionar las instancias de solicitud de aprobación y puestas en marcha necesarias. Las instalaciones no se considerarán concluidas hasta que dichos trámites estén totalmente cumplimentados.

2.1.4. Causa de resolución de contrato

Podrán ser causas de resolución del contrato, unilateralmente por parte de la propiedad, sin que medie indemnización ninguna a la empresa contratista, cuando se cometa reincidencia alguna de las faltas que a continuación se exponen:

- Si la empresa contratista no respetase las prescripciones de la oferta.
- Si la empresa contratista no mantuviera sus compromisos en realización de las obras.
- En general, si la empresa contratista no cumpliera cualquiera de las restantes especificaciones acordadas.
- La no observancia de las medidas de seguridad en el trabajo.
- Causar daños o perjuicios a las instalaciones o servicios de la propiedad.
- El incumplimiento de las leyes laborales vigentes, en especial, el impago de impuestos y seguros sociales.

2.1.5. Subcontratación de obras

Salvo que el contrato disponga lo contrario o que de su naturaleza y condiciones se deduzca que la obra ha de ser ejecutada directamente por el adjudicatario, podrá éste contratar con terceros la realización de determinadas unidades de obra, de acuerdo con los siguientes requisitos:

- Que se dé conocimiento por escrito al ingeniero del subcontrato a celebrar, con indicación de las partes de obra a realizar y sus condiciones económicas, a fin de que aquel lo autorice previamente.
- Que las unidades de obra que el adjudicatario contrate con terceros, no exceda del 50% del presupuesto total de la obra principal.

En cualquier caso, el contratante no quedará vinculado en absoluto, ni reconocerá ninguna obligación contractual, entre él y el subcontratista, y cualquier subcontratación de obra no eximirá al contratista de ninguna de sus obligaciones respecto al contratante.

La subcontratación deberá siempre supeditarse a la autorización previa por parte de la parte contratante.

2.2. Normas, reglamentos y leyes de aplicación

En los artículos siguientes se hace referencia a distintas normas, reglamentos y pliegos de condiciones, que se han utilizado para llevar a cabo la elaboración de este proyecto.

- Reglamentación general de contratación según decreto 3410/75, de 25 de noviembre.
- Artículo 1588 y siguientes del Código Civil, en los casos que sea procedente su aplicación al contrato de que se trate.
- Pliego de Condiciones Generales para la contratación de obras públicas aprobado por Decreto 3854/70, de 31 de diciembre.
- Instrucciones EH-82 para el proyecto de ejecución de obras de hormigón en masa y armado (EH.80).
- Real Decreto 3151/1968 de 28 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión, del Ministerio de Industria y Energía (RAT).
- Real Decreto 2413/1973 de 20 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, del Ministerio de Industria y Energía (RBT).
- Real Decreto 3275/1982 de 12 de noviembre, sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, del Ministerio de Industria y Energía (RCE), así como las órdenes del 6 de Julio de 1984, de 18 de octubre de 1984 y 27 de noviembre de 1987, por las que se aprueban y actualizan las Instrucciones Técnicas complementarias sobre dicho reglamento.
- Decreto de 12 marzo de 1954 por el que se aprueba el Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el suministro de Energía Eléctrica, del Ministerio de Industria y Energía.
- Normas UNE y Recomendaciones UNESA de aplicación.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, sobre Prevención de Riesgos Laborales y RD 162/97 sobre disposiciones mínimas en materia de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.
- Condiciones impuestas por las entidades públicas afectadas.

Las normas relacionadas, completan las prescripciones del presente pliego en lo referente a aquellos materiales y unidades de obra no mencionados expresamente en él, quedando a juicio del ingeniero director, estudiar las posibles contradicciones existentes.

2.3. Medición y abono de las obras

2.3.1. Condiciones generales

Todas las unidades de obra se abonarán a los precios ofertados en la proposición elegida. Se entenderá que dichos precios incluyen siempre el suministro, manipulación y empleo de todos los materiales necesarios para la ejecución de las unidades de obra correspondientes. Así mismo se entenderá que todos los precios comprenden los gastos de maquinaria, mano de obra, elementos accesorios, transporte, herramientas y toda clase de operaciones directas o indirectas necesarias.

Para aquellos materiales cuya medición se haya de realizar en peso, el contratista deberá situar en los puntos que indique el director de la obra, las básculas o instalaciones necesarias cuyo empleo deberá ser precedido de la correspondiente aprobación del citado director de obra.

Cuando se autorice la conversión de peso a volumen o viceversa, los factores de conversión serán definidos por el director de la obra.

2.3.2. Indemnización por daños

El contratista deberá adoptar en cada momento todas las medidas que estime necesarias para la debida seguridad de las obras, siguiendo el estudio al respecto realizado en el presente proyecto. En consecuencia, cuando por motivos de la ejecución de los trabajos o durante el plazo de garantía, a pesar de las precauciones adoptadas en la construcción, se originasen averías o perjuicios en instalaciones o edificios, públicos o privados, el contratista abonará el importe de los mismos.

2.3.3. Demoliciones

El contratista tiene la obligación de depositar a disposición de la administración y en el sitio que esta le destine los materiales procedentes de derribos que considere de posible utilización o algún valor.

2.3.4. Excavaciones en general

Se abonarán por su volumen. En dicho precio se hallan comprendidas las operaciones siguientes: señalización y cierre de la zona a ocupar, despeje y desbroce del terreno, excavación, elevación, carga, transporte a vertedero, deposito, canon de vertido o indemnización de terrenos, así como todas las entibaciones y agotamientos necesarios y los demás gastos precisos para dejar esta unidad de obra terminada, en conformidad con las especificaciones del presente pliego.

En aquellas excavaciones a cielo abierto que tengan un relleno y apisonado posterior en toda o en parte de ellas, esta última operación queda incluida en el precio de la excavación puesto que el coste del relleno y apisonado queda compensado con el coste del transporte a vertedero no realizado.

El contratista tiene la obligación de depositar a disposición de la administración, y en el lugar que destine los materiales que, procedentes de derribo, considere de posible utilización o de algún valor.

2.3.5. Rellenos de tierras

Se abonarán por su volumen medio. En el precio están incluidas las operaciones necesarias para ejecutar el metro cúbico de relleno o terraplén, incluido su extensión por capas, cuyo espesor definirá el ingeniero director, conforme se detalle en el artículo correspondiente del presente pliego.

Se considera incluido, el refinado y retirado de productos desechables de la superficie subyacente.

2.3.6. Materiales sobrantes

La administración no adquiere compromiso ni obligación de comprar o conservar los materiales sobrantes después de haberse ejecutado las obras o los no empleados al declararse la rescisión del contrato.

2.3.7. Medios auxiliares

Se entenderá que todos los medios auxiliares están englobados en los precios de las unidades de obra correspondientes, así como el consumo de energía eléctrica, etc. Los medios auxiliares que garanticen la seguridad del personal operario son de exclusiva responsabilidad del contratista.

2.3.8. Medición y abono de las obras terminadas

Las unidades de obras totalmente terminadas se medirán de acuerdo con el proyecto y Pliego de Condiciones económico.

La medición será realizada por la dirección de la obra y tendrá lugar en presencia y con intervención del contratista o de aquel a quien delegue, entendiéndose en éste renuncia a tal derecho si, avisado oportunamente no compareciese a tiempo. En tal caso será válido el resultado que la dirección de obra consigne.

Los precios a que se abonarán serán los correspondientes a los precios unitarios del presupuesto o cuadro de precios del proyecto. Se entenderá que dichos precios incluyen siempre el suministro, manipulación y empleo de todos

los materiales necesarios para la realización de las unidades de obra correspondientes.

También se entienden incluidas cualquier norma de seguridad, señalización, desvío de tráfico, mantenimiento de conducciones de servicio, desvíos y reparaciones provisionales y definitivas de los mismos. Seguros de accidentes, responsabilidades civiles, etc.

2.3.9. Modo de abonar las obras defectuosas pero admisibles

Si alguna obra no se hallara ejecutada con arreglo a las condiciones del contrato y fuese sin embargo admisible a juicio de la administración, podrá ser recibida provisional y definitivamente en su caso, pero el contratista quedará obligado a conformarse con la rebaja que la administración apruebe, salvo en caso en que el contratista prefiera demolerla a su coste y rehacerla con arreglo a las condiciones del contrato.

2.3.10. Modo de abonar las obras concluidas y las incompletas

Las obras concluidas con sujeción a las condiciones del contrato se abonarán con arreglo a los precios estipulados.

Cuando por consecuencia de rescisión o por otra causa fuese preciso valorar obras incompletas, se aplicarán los precios sin que pueda pretenderse la valoración de cada unidad de obra fraccionada en otra forma que la establecida.

2.3.11. Abono de obras accesorias

El adjudicatario adquiere la obligación de ejecutar todos los trabajos que se le ordenen, aun cuando no se hallen expresamente estipulados en el proyecto, siempre que los disponga así la dirección de obra, sin que ello dé lugar a reclamación alguna por parte del contratista. Estas obras se ejecutarán con arreglo a los proyectos de detalle caso de que su importancia lo exija, o con arreglo a las instrucciones de la dirección de obra.

No tendrá derecho el contratista al abono de obras ejecutadas sin orden concreta comunicada por escrito. Las obras accesorias y auxiliares ordenadas al contratista se abonarán a los precios contratados si fueran aplicables. Si contienen materiales o unidades no previstas en el proyecto y que, por tanto, no tienen señalado preciso en el presupuesto, la dirección de obra determinará previamente a la ejecución el correspondiente precio.

2.3.12. Vicios y defectos de construcción

Cuando la administración o dirección de obra presumiesen la existencia de vicio o defectos de construcción, sea en el curso de la ejecución de las obras

o antes de su recepción definitiva, se podrá ordenar la demolición y reconstrucción en la parte o extensión necesaria siendo los gastos de estas operaciones por cuenta del contratista.

2.3.13. Reclamaciones

En el caso de que el contratista adjudicatario formule reclamaciones contra las valoraciones efectuadas por la dirección de obra, ésta pasará dichas reclamaciones con su informe correspondiente a la administración, quien previo a los asesoramientos que estime oportunos, resolverá como considere conveniente. Contra esta resolución caben recursos propios de la vía administrativa.

2.3.14. Gastos de carácter social

Los gastos que originen la atenciones u obligaciones de carácter social cualquiera que ellas sean, quedan incluidas expresamente en todos y cada uno de los precios que para las distintas unidades se consignan en el cuadro de precios número uno del presupuesto. El contratista por consiguiente no tendrá derecho a reclamar su abono en otra forma.

2.3.15. Gastos de carácter general a cargo del contratista

Los cargos que se originen por atenciones u obligaciones de carácter general cualquiera que ellos sean, quedan incluidos expresamente en todos y cada uno de los precios que para las distintas unidades se consignan en el cuadro número uno del presupuesto. El contratista, por consiguiente, no tendrá derecho alguno a reclamar su abono en otra forma.

2.4. Disposiciones que, además de la legislación general, regirán durante el contrato

2.4.1. Vigilancia de las obras

El ingeniero encargado, establecerá la vigilancia de las obras que estime necesarias.

Para la atención de todos los gastos que origine la vigilancia, incluidos jornales, desplazamientos, ensayos de los materiales tanto mecánicos como químicos, sondeos de reconocimiento del terreno, etc, el contratista abonará cada mes la cantidad que corresponda. En ningún caso, el total de estos gastos sobrepasará el 1% del presupuesto líquido.

2.4.2. Libro de obra

Para una perfecta coordinación de la obra, el contratista tendrá a disposición de la dirección facultativa, un libro de obra en el que se anotará en forma de diario la ejecución y las variaciones que en ella puedan ocurrir, firmado en cada visita de obra por la dirección facultativa y por parte del contratista o responsable de la obra.

Este libro, será con páginas numeradas y selladas, y permanecerá en la obra mientras dure la misma. En él, se anotarán todas las variaciones y modificaciones que surjan durante el desarrollo de la obra. Cuando las modificaciones o variaciones se detallen en croquis o planos, éstos se fecharán y firmarán por ambas partes.

2.4.3. Seguridad en el trabajo

El contratista está obligado a cumplir todas las condiciones, normas y reglamentos presentados en este documento. Asimismo, deberá proveer cuanto fuese preciso para el mantenimiento de las máquinas, herramientas, materiales y de trabajo en las debidas condiciones de seguridad.

El personal del contratista está obligado a utilizar todos los dispositivos y medios de protección personal necesarios para eliminar o reducir los riesgos profesionales, recogidos en el Estudio de Seguridad, y Salud, pudiendo el ingeniero suspender los trabajos si estima que el personal está expuesto a peligros que son corregibles.

El ingeniero podrá exigir al contratista, ordenándolo por escrito, el cese en la obra de cualquier empleado u obrero que, por imprudencia temeraria, fuera capaz de producir accidentes que hicieran peligrar su propia integridad física o la de sus compañeros.

El ingeniero podrá exigir al contratista en cualquier momento, antes o después del comienzo de los trabajos, que presente los documentos acreditativos de haber formalizado los regímenes de Seguridad Social en la forma legal.

2.4.4. Seguridad pública

El contratista deberá tomar las máximas precauciones para proteger a personas, animales y cosas de los peligros procedentes del trabajo, siendo de su cuenta las responsabilidades que por tales accidentes se ocasionen.

El contratista mantendrá póliza de seguros que proteja a sus empleados y obreros frente a las responsabilidades por daños, responsabilidad civil, etc., por la ejecución de los trabajos.

2.4.5. Organización del trabajo

El contratista actuará de patrono legal, aceptando todas las responsabilidades correspondientes y quedando obligado al pago de los salarios y cargas que legalmente estén establecidas y en general, a todo cuanto se legisle, decrete y ordene sobre el particular, antes o durante la ejecución de las obras.

Dentro de lo estipulado en el pliego de condiciones, la organización de la obra y la determinación de la procedencia de los materiales que se empleen estará a cargo del contratista, quien primero informará al ingeniero. En las obras por administración, el contratista deberá dar cuenta diaria al ingeniero de la admisión de personal, adquisición o alquiler de elementos auxiliares, compra de materiales y cuantos gastos haya de efectuar.

Para los contratos de trabajo, compra de materiales o alquiler de elementos auxiliares, cuyos salarios, precios o cuotas sobrepasen en más de un 5% los normales del mercado, solicitará la aprobación previa del ingeniero, quien deberá responder dentro de los ocho días siguientes a la petición, salvo caso de reconocida urgencia, en los que se dará cuenta posteriormente.

2.4.6. Datos de la obra

El contratista podrá tomar nota o sacar copia, a su costa, de todos los documentos del proyecto, haciéndose responsable de la buena conservación de los documentos originales, que serán devueltos al ingeniero después de su utilización. Se entregará al contratista una copia de los planos y pliego de condiciones del proyecto, así como cuantos datos necesite para la completa ejecución de la obra.

Tras la finalización de los trabajos, y en el plazo máximo de dos meses, el contratista deberá actualizar los diversos planos y documentos originales, de acuerdo con las características de la obra terminada, entregando al ingeniero dos expedientes completos relativos a los trabajos realmente ejecutados.

No se harán por parte del contratista alteraciones, correcciones, omisiones, adiciones o variaciones sustanciales en los datos fijados en el proyecto, salvo aprobación previa y por escrito del ingeniero.

2.4.7. Contradicciones, omisiones y modificaciones del proyecto

Lo mencionado en el presente pliego y omitido en los planos, o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviese desarrollado en ambos documentos. En caso de contradicción entre los planos y el pliego de prescripciones particulares prevalecerá lo prescrito en este último.

El contratista estará obligado a poner cuanto antes en conocimiento del ingeniero director de las obras, cualquier discrepancia que observe entre los distintos planos del proyecto o cualquier otra circunstancia surgida durante la

ejecución de los trabajos, que diese lugar a posibles modificaciones del proyecto.

Como consecuencia de la información recibida del contratista, o por propia iniciativa a la vista de las necesidades de la obra, el director de la misma podrá ordenar y proponer las modificaciones que considere necesarias de acuerdo con el presente pliego y la legislación vigente sobre la materia, que se recogerán en el apartado "Mejoras y variaciones del proyecto". Se levantará acta, por duplicado, firmada por el ingeniero y el contratista.

2.4.8. Recepción del material

El ingeniero, de acuerdo con el contratista, dará su aprobación a los materiales suministrados y confirmará su validez para una instalación correcta. La vigilancia y conservación de los materiales, será por cuenta del contratista.

2.4.9. Ejecución de las obras

Las obras se ejecutarán conforme al proyecto, a las condiciones contenidas en el presente pliego de condiciones generales y de acuerdo con las especificaciones señaladas en el pliego de condiciones técnicas.

El contratista, salvo aprobación por escrito del ingeniero, no podrá realizar ninguna alteración o modificación de cualquier naturaleza en los datos fijados en el proyecto.

El contratista no podrá utilizar en los trabajos personal que no sea de su exclusiva cuenta y cargo salvo indicado en el apartado "Mejoras y variaciones del proyecto". Igualmente será de su exclusiva cuenta y cargo personal ajeno a la obra.

El contratista deberá tener al frente de los trabajos un técnico suficientemente especializado, a juicio del ingeniero.

2.4.10. Penalización por demora

En caso de sobrepasarse el plazo fijado por el licitante en su propuesta, y salvo causa de fuerza mayor, se establecerá una penalidad de un 1% del total del importe, por día natural de retraso sobre la fecha prevista para la finalización de las obras.

2.4.11. Recepción provisional

Una vez terminadas las obras, y dentro de los quince días siguientes a la petición del contratista, se hará la recepción provisional de las mismas por el contratante, requiriéndose para ello la presencia del ingeniero y del contratista, levantándose la correspondiente acta, en la que se hará constar la

conformidad con trabajos realizados, de acuerdo con las especificaciones contenidas en el pliego de condiciones técnicas, si es procedente.

En el caso de no hallarse la obra en estado de ser recibida, se hará constar así en el acta, y se darán al contratista las instrucciones precisas y detalladas para remediar los defectos observados, fijándose un plazo determinado para ello.

Expirado dicho plazo, se hará un nuevo reconocimiento. Las obras de reparación serán por cuenta del contratista. Si el contratista no cumpliera estas prescripciones, podrá declararse rescindido el contrato, con pérdida de la fianza.

2.4.12. Período de garantía

El periodo de garantía será el señalado en el contrato a contar desde la fecha de aprobación del acta. Hasta que tenga lugar la recepción definitiva, el contratista será responsable de la conservación de la obra, siendo de su cuenta y cargo las reparaciones por defecto de ejecución o mala calidad de los materiales.

2.4.13. Recepción definitiva

Una vez finalizado el plazo de garantía señalado en el contrato, o en su defecto, a los seis meses de la recepción provisional, se procederá a la recepción definitiva de las obras, con la concurrencia del ingeniero y del representante del contratista, levantándose, si las obras son conformes, el acta correspondiente, por duplicado, firmada por el ingeniero y el representante del contratista, y ratificada por el contratante.

3.1. Especificación general de preparación del terreno y movimiento de tierras

3.1.1. Objeto

Esta especificación cubre el proyecto y ejecución de los trabajos relativos a preparación del terreno y movimiento de tierras.

3.1.2. Alcance

1.

- Especificación de las directrices que deben seguirse para los siguientes trabajos.

- Deforestación, desbroce y limpieza.
- Explanación del terreno: retirada de tierra vegetal y nivelación. - Excavaciones y desmontes.
- Rellenos y terraplenes.

2.

- Se incluyen también en el ámbito de esta especificación los trabajos necesarios previos al movimiento de tierras y las protecciones requeridas para ejecución de las obras contra el efecto de las aguas.

3.1.3. Trabajos previos

Antes de iniciarse el diseño, debe realizarse un levantamiento topográfico suficiente a efectos de proyecto, mediciones y presupuesto de preparación del terreno y movimiento de tierras.

El levantamiento topográfico se regirá por la especificación SP-191 'Topografía y Replanteo; Geotécnica y Mecánica de Suelos'.

Se atenderá al juicio del ingeniero proyectista para la necesidad o no de obtener un informe geotécnico del terreno. En caso de que fuera necesario realizar dicho informe geotécnico, la ejecución de trabajos pertinentes y elaboración del mismo, se regirán por la especificación SP-191.

3.1.4. Deforestación, desbroce y limpieza

DEFINICIONES

- Deforestación para los efectos de esta especificación es la acción de tala y retirada de árboles.
- Desbroce es la acción de corte y retirada de malezas y arbustos.
- Limpieza para los efectos de esta especificación es la retirada de las zonas afectadas de todo material indeseable no incluido en las definiciones anteriores.

Salvo autorización expresa del director de obra, no se utilizarán para la obra los elementos y residuos obtenidos de los trabajos de deforestación, desbroce y limpieza. Los elementos y residuos obtenidos de los trabajos de este capítulo, seguirán la suerte que el director de obra decida:

- Autorizando que sean quemados, una vez que sean tomadas todas las precauciones necesarias para evitar los riesgos de propagación de incendios y obtenidos, si procede, los permisos pertinentes de las autoridades.
- Ordenando su retirada del emplazamiento de la obra al vertedero adecuado.

En las zonas de construcción propiamente dicha, el desbroce y limpieza será completo. Es decir, se llevará hasta la profundidad que sea necesaria para extraer todos los elementos vegetales.

3.1.5. Control de las aguas

Se refiere este capítulo a la protección de los trabajos contra la acción de las aguas durante la etapa de construcción de las obras.

Las obras de protección permanente contra las aguas no son objeto de esta especificación.

Entre las obras que pueden requerirse para protección contra las aguas se encuentran:

- Mantenimiento en seco de excavaciones.
- Drenajes y cunetas de guarda.

MANTENIMIENTO EN SECO DE EXCAVACIONES

Toda excavación que se ejecute para recibir obras de hormigón, zanjas para canales o tuberías o similares deberá mantenerse lo suficientemente seca para permitir que estas obras se construyan con las debidas garantías de seguridad y calidad.

El director de obra deberá asegurarse de que el contratista disponga, de manera permanente y en buen estado de operación, de los equipos (bombas de achique,...) y elementos auxiliares (mangueras, tuberías, accesorios,...) necesarios para el mantenimiento en seco de las excavaciones.

Donde puedan presentarse filtraciones importantes de agua, se adoptarán medidas que impidan la inundación.

El director de obra y/o contratista propondrán, cuando se requiera, métodos recomendados de evacuación de aguas, que aparte de los ya indicados de achique por bombeo y zanjas de recalada, puede incluir: cunetas de guarda, cunetas con pozos colectores, drenes de arenas. etc.

3.1.6. Explanación del terreno

La actividad de explanación del terreno consiste en:

- Retirada de tierra vegetal.
- Nivelación por corte o terraplenado.
- Nivelación por relleno.

No obstante, cabe especificar, para cuando sea preciso que:

- La retirada de tierra vegetal sea hasta una profundidad que elimine, dentro de lo posible, la reproducción de materia vegetal.
- Los taludes que quedarán expuestos de manera definitiva deben eliminarse y peinarse utilizando pala mecánica o pala manual.
- Los productos de las operaciones de explanación que no sean para terraplén o relleno se transportarán, salvo indicación en contra, a vertedero fuera de los límites de la obra.
- La tierra vegetal, a criterio del Director de Obra, podrá acoplarse en el sitio para uso futuro en tareas de jardinería.

La compactación de los rellenos se efectuará por dos capas de unos 20 cm Al 95% del Proctor modificado según NLT- 107/72 (Norma del Laboratorio de Transportes), empleando material seleccionado que en parte o en su totalidad, podrá ser producto de las excavaciones. La segunda capa se rellenará empleando zahorra artificial al 98% del Proctor modificado, cuya finalidad será la de dar la resistencia mecánica necesaria al vial. El director de obra decidirá sobre este extremo.

3.1.7. Excavaciones y desmontes

Por excavación, en esta especificación, se entiende esta operación para pozos o zanjas de cimentación, zanjas para canales o tuberías, cortes a media ladera y fosos para instalaciones enterradas. Una vez que se han finalizado las operaciones de desbroce.

Los fondos de excavaciones deberán quedar totalmente limpios y nivelados a las cotas establecidas en los planos.

Las excavaciones serán realizadas de acuerdo con planos en cuanto a forma y dimensiones y los laterales se mantendrán estables con apuntalamientos y entibaciones, si fuera necesario.

Aunque el proyecto no lo haya previsto, será obligación del contratista el adoptar las medidas necesarias para prevenir:

- a) Los efectos de las excavaciones sobre obras existentes o por construir.
- b) Las consecuencias sobre la estabilidad de los taludes.
- c) Los efectos sobre las condiciones de drenaje de agua.
- d) Los efectos sobre el aspecto final del emplazamiento.

Se prohíbe todo vertido incontrolado en el cauce de los ríos y arroyos.

No se iniciarán los trabajos de hormigonado en las excavaciones, hasta que hayan sido inspeccionados fondo y laterales, obteniéndose luego la autorización expresa de la dirección de obra para continuar.

3.1.8. Rellenos y terraplenes

Se distinguen en este capítulo dos tipos de rellenos y terraplenes:

- a) Rellenos ordinarios: en terrenos con pendientes cuando la rasante final se encuentra a cota superior a la del terreno natural; este tipo de relleno se tratará en esta especificación para casos de terraplén a media ladera, para apoyo de obras (canal) y para caminos de acceso a la central.
- b) Rellenos en sobre-excavaciones: de aplicación cuando se ha excavado a mayor profundidad de la cota de apoyo o entre paramentos y bordes de excavación.

TERRAPLEN A MEDIA LADERA

Se aplica para apoyo de obras cuando las características del terreno lo aconsejan por no ser viable física o económicamente el retranquear la obra para efectuarla en desmonte o excavación.

Siempre que se vaya a efectuar un terraplén a media ladera se retirará la tierra vegetal y todo material inadecuado en toda el área de apoyo del terraplén.

Una vez retirada la capa vegetal, se procederá a extender los materiales de terraplenado en tongadas uniformes de un espesor tan reducido como sea necesario para obtener un grado de compactación con una densidad no menor al 95% de la máxima obtenida en el ensayo del Proctor modificado.

Los materiales procederán de tierras disponibles y escogidas de excavaciones locales, a no ser que la dirección de obra los considere inadecuados, y estarán exentos de materia orgánica y detritus.

No se ejecutarán terraplenes cuando la temperatura ambiente, a la sombra, sea menor de dos grados centígrados.

TERRAPLEN PARA CAMINOS DE ACCESO

Se retirará la tierra vegetal y los materiales inadecuados y se extenderán y compactará el material adecuado.

RELLENOS PARA INSTALACIONES HORMIGONADAS

Se verterá el relleno por capas no mayores de 40 cm y uniformes para evitar sobrecargas localizadas. El grado de compactación estará en función de la importancia de la obra que se trate y del uso que se vaya a dar al relleno. Los planos del proyecto lo indicarán y, en su defecto, dictará el director de obra.

Se preverán los drenajes necesarios. El director de obra indicará si ha de preverse relleno drenante. Este material sería de piedra y grava con tubo de evacuación de hormigón poroso.

Salvo autorización expresa no se permitirá el extendido y compactado de estos rellenos hasta que hayan transcurrido 14 días desde la terminación de obra de hormigón que les sirve de retención.

RELLENOS POR SOBREECAVACIÓN

En casos de poca importancia estructural y de riesgo reducido, podrá recuperarse la cota de apoyo mediante relleno compactado empleando materiales sobre-excavados.

En los demás casos, el director de obra podrá optar por rellenos especiales, hormigones ciclópeos, hormigones en masa.

3.1.9. Método de evaluación de los trabajos

Deforestación, desbroce, destocoado y limpieza: se abonará por metros cuadrados, medido sobre plano en proyección horizontal de áreas.

La retirada de tierra vegetal en áreas de excavación podrá medirse en metros cúbicos sobre perfiles transversales o bien por metros cuadrados por superficie y espesor medio, pactado entre dirección de obra y contratista. En áreas de terraplén la retirada de tierra vegetal estará incluida en las unidades presupuestarias de terraplén.

La excavación se abonará por metros cúbicos medidos sobre perfiles transversales de terreno obtenidos de los planos topográficos firmados y de planos que se levanten con la configuración final; de estos volúmenes se descontará la cantidad que hubiese correspondido a tierra vegetal.

En las excavaciones en zanjas y pozos pueden existir 'excesos inevitables', es decir, sobreanchos de excavación requeridos para la ejecución de las obras y que deberán contar con la aprobación del director de obra. Los 'excesos inevitables' se sumarán a los volúmenes de excavación a efectos de abono, si han contado con la aprobación de la dirección de obra. Los excesos, fruto de errores o que no hubieren contado con la aprobación del director de obra, no serán contabilizados a efectos de abono.

Los terraplenes se abonarán por metros cúbicos, medidos sobre perfiles transversales del terreno obtenido de los planos topográficos firmados y de planos que se levanten con la configuración final; a estos volúmenes se añadirá la cantidad que se hubiera excavado de tierra vegetal y material inadecuado para el asiento del terraplén.

Los rellenos se abonarán por metros cúbicos, medidos sobre perfiles transversales efectuados con topográfica antes y después de su colocación. Los excesos de relleno que se produzcan por errores en la excavación anterior no serán contabilizados a efectos de abono.

La carga, movimiento y extendido de material sobrante de excavaciones en sitios cercanos a éstas, estarán incluidos, a efectos de abono, en las partidas de excavación.

3.2. Especificación general de ejecución de obras y estructuras de hormigón

3.2.1. Objeto y alcance

Se entiende en esta especificación por 'hormigón' el material compuesto por cemento, áridos fino y grueso, agua y ocasionalmente aditivos, mezclados en las cantidades y forma adecuados para brindar, al fraguar las características prescritas. Los hormigones ciclópeos contienen además piedra o roca sana que se añaden directamente a la masa vertida.

Esta especificación pretende dar las directrices principales para el proyecto y los requisitos para la ejecución de las obras y estructuras de hormigón, sea en masa, ciclópeo o armado, al igual que las cantidades y calidades de los materiales que se emplean en estas obras.

Su campo de aplicación se limita a las obras de hormigón que se encuentran habitualmente en el proyecto y ejecución de Parques Eólicos.

En su alcance, además de las características que deben cumplir los hormigones, se encuentra la definición y los requisitos para trabajos y materiales relacionados con las obras de hormigón:

- Áridos, cemento, agua, aditivos y tareas de transporte, acopio y hormigonado.
- Encofrados y tareas de encofrar y desencofrar.
- Armaduras y tareas de colocación de la ferralla.

No se incluyen en el ámbito de esta especificación los requisitos de diseño y proyecto de estructuras de hormigón y hormigón armado, sino únicamente de su "ejecución".

3.2.2. Hormigones

MATERIALES

En general

- a) Se cumplirán las normas oficiales en vigor, en lo referente a los materiales componentes del hormigón.
- b) El proyecto precisará, cuando sea necesario, la calidad de cada material entre aquellos que estén previstos en las normas a que hace referencia el apartado 2.2.

Cementos:

- a) Para asegurar una apariencia uniforme, todo el cemento empleado para el hormigón en superficies expuestas de una obra o estructura será de la misma marca, si es posible.
- b) El cemento estará libre de grumos y no se empleará ningún cemento que haya sufrido un fraguado parcial o que haya estado almacenado en el emplazamiento más de treinta días. El periodo de almacenamiento, sin embargo, puede extenderse a discreción del director de obra, si condiciones de almacenamiento garantizan su inalterabilidad.
- c) Si el cemento es transportado a granel, estará protegido durante el transporte de toda alteración que le puedan ocasionar los agentes atmosféricos.
- d) Los silos y lugares de almacenamiento estarán completamente cerrados y libres de humedad. Los sacos descansarán sobre una plataforma elevada. Se adoptarán las disposiciones necesarias para que los lotes de conglomerante de procedencia o calidad diferentes no se mezclen, así como para que sean utilizados por el orden de llevada.
- e) Deben efectuarse los ensayos que el director de obra considere necesarios para comprobar que las características correspondan a lo requerido.

Áridos:

- a) Los áridos serán gruesos (piedra machacada, grava) y finos (arena natural). La aceptación del árido será determinada por el director de obra en base a los informes de pruebas.
- b) Los áridos para la fabricación de morteros y hormigones serán duros, sanos, no heladizos, inalterables, limpios, desprovistos mediante lavado, si es

preciso, de arcilla y de todo detritus orgánico y terroso y cuidadosamente cribados.

A no ser que se apruebe expresamente lo contrario por el director de obra, los áridos (arena y grava) no contendrán elementos planos, largos o con aristas en forma de aguja.

c) Los áridos no pueden contener materiales que puedan afectar a la adherencia de la pasta de cemento. Carecerán también de materiales susceptibles de alterar los conglomerantes o las armaduras.

d) El transporte, descarga y almacenamiento de los áridos debe realizarse de tal manera que se evite la separación de tamaños. Todos los áridos en la mezcladora tendrán las mismas proporciones aprobadas de granulometrías de áridos. Los áridos más finos serán almacenados fuera del alcance de la lluvia. El director de obra precisará el límite por debajo del cual se tomarán dichas precauciones.

e) Los áridos finos pasarán por el tamiz S-UNE, los gruesos son los retenidos por este tamiz.

Agua:

El agua empleada en la mezcla del hormigón estará limpia y libre de materias extrañas. Si el suministro de agua fuese cuestionable, se deberán efectuar ensayos de comparación estándar de morteros en laboratorio y los análisis del agua que prescriban las normas.

Aditivos del hormigón:

a) Los aditivos del hormigón que se empleen serán los especificados más abajo, de acuerdo estricto con las directrices impresas del fabricante y aprobadas por el director de obra.

b) Todos los aditivos se llevarán al emplazamiento (para hormigón mezclado in situ) o a la planta de mezclado (hormigón pre-mezclado) en los bidones originales, claramente marcados del fabricante o por entregas a granel. La absorción de aire dentro de estos aditivos no excederá del 3% en volumen.

c) Si lo aprueba el director de obra, podrán emplearse aditivos dispersores de cemento, reductores de agua y de densificación para rebajar la permeabilidad del hormigón y aumentar su manejabilidad, siempre y cuando, aunque se reduzca el agua, no se aumente el cemento.

COMPROBACION Y DOSIFICACIÓN

La dosificación de materiales del hormigón será determinada por laboratorio y de acuerdo con las características granulométricas de los áridos, siguiendo los procedimientos clásicos (Fuller Bolomey, Fórmulas Inglesas, etc.).

La composición granulométrica de los áridos estará definida por los porcentajes en peso de las diversas categorías de áridos especificados en el Pliego de Condiciones Particulares del proyecto.

La dosificación del cemento se definirá por el peso en un metro cúbico de hormigón in-situ.

La dosificación del agua se definirá por la cantidad a incorporar en la mezcla seca con la cual se obtiene un metro cúbico de hormigón in-situ.

El contenido de humedad de los áridos se controlará sistemáticamente, en particular los contenidos de humedad en arenas, con objeto de ajustar la cantidad de agua directamente vertida en la hormigonera, si fuese necesario.

La composición de cada tipo de hormigón será propuesta por el contratista para la aprobación del director de obra.

Las composiciones deben estudiarse para:

- Obtener la resistencia mecánica mínima estipulada.
- Obtener un hormigón manejable, sin segregación, pastoso y debidamente lisado.

RESISTENCIA Y CONSISTENCIA

Las resistencias características mínimas para cada tipo de construcción serán las que se indican en la tabla bajo el subtítulo 'Propiedades del Hormigón', salvo que se indique lo contrario.

Por 'Resistencia Característica', para efectos de esta especificación, se entenderá lo siguiente: "Resistencia a la compresión sobre probetas cilíndricas de 15 x 30 cm a los 28 días de edad, fabricadas, conservadas y rotas según métodos normalizados".

Las consistencias para cada tipo de construcción se tabulan bajo el subtítulo 'Propiedades del Hormigón', en la columna 'asiento'.

PUESTA EN OBRA

El transporte del hormigón será el adecuado para evitar la segregación de los componentes o el comienzo de fraguado antes de verterse en la zona de aplicación, impidiéndose así también la evaporación y exudación.

Las superficies de cimentación estarán completamente limpias y secas, salvo en el caso de hormigones sumergidos.

Si las obras se cimientan en roca, ésta se lavará con chorro de aire y agua con una presión mínima de 5 Kg/cm², eliminándose el agua que haya quedado en las oquedades.

No se verterá en caída libre el hormigón desde más de un metro de altura, ni se arrojará con palas a demasiada distancia.

El espesor de las tongadas de hormigón se definirá de acuerdo con la resistencia de los encofrados y la potencia de los vibradores.

El hormigón será asentado por vibración de manera que sea expulsado todo el aire y se asegure el relleno de los huecos, haciendo que el mortero fluya ligeramente a la superficie.

Cuando sea necesario entre distintos vertidos, la superposición de hormigón sobre el anterior vertido requerirá el tratamiento de la superficie de éste como sigue:

- La superficie del hormigón antes del fraguado completo del mismo se limpiará cuidadosamente, eliminando la lechada y elementos sueltos, con ayuda de un chorro de aire y agua a una presión mínima de 5 Kg/cm². En el caso de que este procedimiento no de resultado se procederá al picado de la superficie y a un nuevo lavado con chorro de aire y agua. El Pliego de Condiciones Particulares puede limitar la extensión de las zonas donde este picado sea exigible.

Después de una parada de larga duración en el hormigonado, la superficie de contacto, antes de reiniciar el hormigonado, se picará y se lavará con chorro de aire y agua y luego se recubrirá con una capa de mortero.

No se hormigonará con temperatura ambiente inferior a cero grados centígrados, o si se prevé descenso en las 48 horas siguientes, por debajo de esta temperatura.

CONSERVACION Y CURADO

El hormigón no deberá soportar ninguna clase de cargas antes que su resistencia alcance un valor suficiente.

El curado del hormigón, destinado a mantenerlo en el estado de humedad necesario para que adquiera un endurecimiento satisfactorio, podrá realizarse por humidificación o por recubrimiento provisional impermeable.

El curado por humidificación deberá durar como mínima una semana. El tipo de obra y su volumen determinarán el medio que debe emplearse.

Por curado con recubrimiento provisional impermeable se entiende la pulverización de un producto que constituye una protección impermeable y que se aplica al comienzo del fraguado y sobre superficies desencoformadas antes de completarse el curado.

CONTROL Y ENSAYOS

Todos los materiales deberán ser objeto de ensayo antes de su empleo, salvo autorización escrita que cambie este requisito.

El contratista tomará las muestras para ensayos, preparará las probetas y las enviará al laboratorio.

La norma oficial en vigor indicará el tipo y el número de ensayos que deben realizarse.

3.2.3. Encofrado

MATERIALES

Todos los encofrados de madera y metálicos, apeos, etc., necesarios y requeridos para el trabajo de hormigón en masa o armado, tendrán rigidez suficiente para resistir, sin sensibles deformaciones, los esfuerzos a que estarán expuestos durante los trabajos, incluido el desencofrado.

COLOCACIÓN DEL ENCOFRADO

Todo el encofrado estará absolutamente limpio y libre de cascarilla, lodo, resto de material inservible, agua depositada, etc. antes de colocar el hormigón.

Los encofrados tendrán en cada punto las posiciones y orientaciones previstas a fin de realizar con precisión las formas de la obra.

Los encofrados para huecos de empotramiento o anclaje de piezas metálicas deberán colocarse con una tolerancia máxima de 0,02 m.

Los encofrados serán estancos y sus caras interiores bien lisas. No deberán presentar irregularidades localizadas.

Cuando los encofrados contengan un dispositivo de fijación interior al hormigón, este dispositivo estará concebido de tal forma que después del desencofrado ningún elemento de fijación aparezca en la superficie. Los agujeros que puedan subsistir serán rellenados con mortero adecuado del mismo matiz y color similar. El empleo de amarres con alambres retorcidos

estará prohibido para hormigones en contacto con agua y en los paramentos vistos.

En todos los casos, las juntas serán estancas, no deberá aparecer ninguna rebaba al desencofrar.

DESENCOFRADO

No se retirarán apeos o puntales, ni se desencofrará hasta la terminación de los plazos fijados por la dirección de obra.

Las operaciones de desencofrado se llevarán a cabo sin golpes violentos, procurando no dañar la superficie del hormigón.

Después de desencofrar, se quitarán las rebabas, pero no se autorizará el arreglo de coqueras más que en casos excepcionales.

3.2.4. Materiales / Acero para armar

MATERIALES

Todo el acero para armar será de barras corrugadas y de acero de adherencia mejorada.

Se empleará acero con un límite elástico aparente mínimo de 4.200 Kp/cm² para todas las barras corrugadas de refuerzo y de 5.000 Kp/cm² para mallas electrosoldadas.

El acero de armaduras se colocará con exactitud y se asegurará adecuadamente en su posición mediante ataduras, sillados o separadores metálicos o de hormigón. El acero para armar se fijará a los soportes mediante ataduras aprobadas. Los soportes asegurarán el acero para armar tanto vertical como horizontalmente.

Las superficies de los redondos no presentarán asperezas susceptibles de herir a los operarios y estarán exentas de pelos, estrías, grietas, sopladuras, pintura, aceite, suciedad, cascarilla, cemento, tierra y otros defectos perjudiciales a la resistencia de acero.

3.2.5. Método de evaluación de los trabajos

El hormigón de obra aceptado se medirá para su abono en metros cúbicos sobre planos de proyecto. El precio incluirá el suministro de los materiales que componen el hormigón, su mezcla, transporte, vertido, vibrado, curado y los ensayos prescritos.

El acero para armar sea en barras o en mallazo, se medirá en kilogramos. El precio incluirá solapes, despuntes, ataduras, separadores y soportes de la armadura.

El encofrado se medirá por metros cuadrados de superficie de hormigón medida sobre plano de proyecto y que haya estado en contacto con el encofrado. Se incluirá en el precio apeos, riostras y puntales, la retirada de éstos y el desencofrado.

3.3. Especificación general de instalaciones de media y baja tensión

RECEPCIÓN DE MATERIALES

Una vez adjudicada la obra definitivamente, y antes de proceder al acopio de materiales, el contratista presentará al ingeniero director, los prototipos de los materiales a instalar, acompañando a los mismos con carácter excluyente, los certificados oficiales reseñados en este pliego de condiciones, así mismo como la documentación, catálogos, etc. que se estimen pertinentes.

Los materiales integrantes de la instalación serán sometidos a pruebas y ensayos normalizados con el fin de comprobar que satisfacen las condiciones exigidas. Para ello se presentarán con la antelación suficiente y previamente a su instalación, muestras de los materiales a emplear, los cuales serán reconocidos y ensayados, bien en obra (si existen los medios suficientes) bien en un laboratorio. De no ser satisfactorios los resultados se procederá al rechazo de los mismos, que deberán ser sustituidos inmediatamente por otros nuevos.

El material procedente de los fabricantes y talleres será descargado y comprobado, dosificándolo y efectuando su control de calidad, consistente en separar piezas dobladas, fuera de medida, con rebabas o mal galvanizadas, postes de hormigón en malas condiciones, etc. con el fin de que pueda procederse a su reposición. Este control será independiente del anteriormente citado.

Cuando los materiales no satisfagan a los que para cada caso particular se determine en los artículos anteriores, el contratista se atenderá a lo que sobre este punto ordene por escrito el ingeniero director para el cumplimiento de lo preceptuado en los respectivos artículos del presente pliego.

El empleo de los materiales no excluye la responsabilidad del contratista por la calidad de ellos, y quedará subsistente hasta que se reciban definitivamente en las obras en que dichos materiales se hayan empleado.

TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

Se cuidará que, en las operaciones de carga, transporte, manipulación, y descarga, desde el origen de los mismos a pie de obra, los materiales no sufran deterioros, evitando golpes, roces o daños.

Se tendrá especial cuidado en el transporte de ciertos materiales, tales como:

- En apoyos metálicos, armados, etc, para que el galvanizado no sufra arañazos o golpes, por lo que las manipulaciones se efectuarán paquete a paquete y nunca arrastrándolos o dejándolos caer desde el camión al suelo.
- Los transformadores, seccionadores, etc, que se realizará con ellos bien embalados.
- Bobinas de cables, cuya manipulación y almacenamiento requieren unas condiciones especiales.

Estas precauciones se tomarán siempre, lo mismo en el almacén o taller, que durante el montaje, cuidando no coger los paquetes o piezas con elementos punzantes ni golpearlos.

Los materiales de grandes dimensiones como los apoyos se transportarán en góndola o camión adecuado, hasta el almacén de la obra y desde este punto a pie obra –o a pie de hoyo en este caso-, mediante carros especiales y elementos apropiados. Tanto en la carga y descarga de estos materiales, así como en cualquier manipulación de los mismos, se realizará vigilando que en ningún caso los esfuerzos a que sean solicitados cualquier parte de ellos, sobrepasen el límite elástico del material.

Los materiales embalados en cajas como los aisladores no podrán apilarse en más de 6 cajas superpuestas y su transporte se hará siempre con ellos bien embalados y con el debido cuidado, considerando su fragilidad.

Las bobinas se descargarán con trípode y diferencial o con muelle de descarga, pero nunca dejándolas caer del camión. En el caso de que hayan de rodarse, esta operación se efectuará siempre en sentido contrario al de arrollamiento.

Las bobinas nunca deben ser rodadas sobre un terreno con asperezas o cuerpos duros susceptibles de estropear los conductores, así como tampoco deben colocarse en lugares con polvo o cualquier otro cuerpo extraño que pueda introducirse entre los conductores.

3.3.1. Conductores

El cobre para chapas, bandas y pletinas será homogéneo y de primera calidad. Su carga de rotura a la tracción no será inferior a 2000 Kg/cm² para el cobre recocido, 3000 Kg/cm² para el cobre semiduro y 3700 Kg/cm² para el

cobre duro. El tipo de cobre a utilizar en cada caso será decidido por el director de la obra.

El cobre a utilizar para conducciones eléctricas será puro, perfectamente anhídrido, de la clase electrolítico duro, y los conductores estarán exentos de todo defecto o imperfección mecánica. Tendrá una conductibilidad eléctrica no menor del 98% referida al patrón internacional. Su carga de rotura a tracción no deberá ser inferior a 4000 Kg/cm².

Los conductores de baja tensión serán unipolares de cobre, de sección adecuada a la intensidad a transportar, y la sección mínima del conductor de tierra será la fijada por la MIE BT 004, 007 y 017. El aislamiento será ERP para un nivel de 0,6/1 kV, y recubrimiento de PVC color negro. Deberán llevar grabada, de forma ineludible, la identificación del conductor y nombre del fabricante. Los empalmes se realizarán a base de manguito metálico con unión a presión de la parte conductora, sin debilitamiento de sección ni producción de vacíos superficiales. Todos los conductores estarán identificados en los extremos mediante codificación numérica de borna y equipo receptor.

Los conductores de Media Tensión serán de aluminio y cobre unipolares y apantallados sin armadura, de sección adecuada a la intensidad máxima de transporte. El material de aislamiento será ERP y para un nivel de aislamiento de 12/20 kV. La pantalla del conductor se utilizará para tener a lo largo de toda la instalación un conductor de tierra de sección equivalente a una fase y estarán unidas eléctricamente entre sí.

La cubierta exterior de los conductores será de PVC de color rojo para identificación en caso de proximidad con otros conductores. Deberá llevar grabada, de forma indeleble, cada 30 cm la identificación del conductor, nombre del fabricante y año de fabricación; tal y como se indica en las normas UNE 21.123 R.U.3.305.

Además, los cables no serán propagadores de llama e incendio, cumpliendo para ello las normas europeas, entre las que se encuentra la UNE 20432-1.

Las características-básicas de los conductores a emplear, que responderán a las especificaciones que establecen las normas internacionales en vigor, de acuerdo con la tensión y condiciones de servicio a que vayan destinados, son las siguientes:

CIRCUITOS DE COMUNICACIONES

- Naturaleza del conductor: Cobre
- Tipo de conductor: Multipolar (3 x 2 x 0,5)
- Nivel de aislamiento: 0,75 kV
- Material de aislamiento: PVC

- Cubierta: Poliéster
- Pantalla: Metálica
- Recubrimiento pantalla: PVC
- Armadura: Malla de acero
- Cubierta de armadura: Polietileno

CIRCUITOS DE POTENCIA 690 V

- Naturaleza del conductor: Cobre
- Tipo de conductor: Unipolar/Tripolar
- Nivel de aislamiento: 0,6/1 kV
- Material de aislamiento: XLPE

CIRCUITOS DE POTENCIA 20 KV SUBTERRÁNEO

Las características básicas que definen los conductores a emplear en las redes de 20 kV son las siguientes:

- Naturaleza del conductor: Aluminio/Cobre
- Tipo de conductor: Unipolar-Campo Radial
- Nivel de aislamiento: 12/20 kV
- Material de aislamiento: ERP
- Pantalla: Malla de Cu
- Cubierta: PVC (rojo)
- Normas: UNE 21123 IEC502
- Cubierta de armadura: Polietileno

PRUEBAS Y ENSAYOS

Las pruebas y ensayos a los que deberán ser sometidos los conductores a instalar en la instalación eléctrica de B.T. y M.T. del parque, serán al menos las siguientes:

BAJA TENSIÓN

El fabricante facilitará un acta de pruebas realizado por entidad colaboradora y someterá a los cables a los siguientes ensayos:

- a) Prueba de tensión a frecuencia industrial
- b) Medida de la resistencia eléctrica de los conductores
- c) Medida de la resistencia de aislamiento
- d) Medida de espesores de aislamiento y cubiertas

El Contratista realizará, en campo, los siguientes ensayos:

- a) Medida de la resistencia de aislamiento (en bobina)
- b) Medida de resistencia de aislamiento (montado)

- c) Prueba de continuidad
- d) Ensayo de rigidez dieléctrica

MEDIA TENSIÓN

El fabricante facilitará un acta de pruebas realizado por entidad colaboradora y someterá a los cables a los siguientes ensayos:

- a) Prueba de tensión a frecuencia industrial
- b) Medida de la resistencia eléctrica de los conductores
- c) Ensayo de descargas parciales
- d) Verificación de las características geométricas
- e) Medida de la resistencia de aislamiento a temperatura ambiente

El Contratista realizará, en campo, los siguientes ensayos para cada cable:

- a) Prueba de continuidad
- b) Ensayo de tensión

Todos los ensayos se realizarán de acuerdo con la NORMA UNE 21-123 y serán efectuados en presencia de un inspector designado al efecto por la Ingeniería. Las actas correspondientes estarán firmadas por las partes.

3.3.2. Línea subterránea de Baja y Media tensión

TRAZADO

La canalización subterránea se realizará en el interior de tubos que irán sobre zanjas.

Antes de comenzar los trabajos de excavación, se marcarán en el terreno las zonas donde se abrirán las zanjas, marcando su anchura y su longitud.

Se establecerá la señalización de obra, tanto diurna como nocturna de acuerdo con las normas municipales y se determinarán las protecciones precisas, tanto de zanjas como pasos peatonales y de vehículos de acceso, mediante los elementos necesarios.

Al marcar el trazado de las zanjas se tendrá cuenta el radio mínimo de curvatura que hay que respetar en los cambios de dirección, y que ha sido calculado en este proyecto.

ZANJAS

Las zanjas se excavarán hasta la profundidad establecida de 1,10 metros, colocándose entibaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso. La anchura de esta zanja será de 0,60 o 0,90 m en función del número de ternas, de modo que permita una fácil instalación de los tubos.

Se procurará dejar un paso de 0,50 metros entre la zanja y las tierras extraídas, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja.

Las tierras se mantendrán limpias y separadas de restos de pavimento.

Si con motivo de las obras de apertura de zanja, aparecen instalaciones de otros servicios, se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas al terminar en los trabajos en las mismas condiciones en que se encontraban primitivamente.

Si se causa alguna avería en dichos servicios, se notificará a la mayor brevedad al director de la obra y a la empresa correspondiente con el fin de que procedan a su reparación. El contratista deberá conocer la dirección de los servicios públicos para comunicarse con estos en caso de necesidad.

CANALIZACIONES

Los cables de esta línea irán en el interior de tubos de PVC, de 0,15 metros de diámetro, y que sólo permitirán la canalización de una única línea, que para el presente proyecto será de 3 cables unipolares.

Los tubos se colocarán en posición casi horizontal y casi recta; con una ligera pendiente del orden del 2 % para asegurar que no puede quedar agua acumulada en su interior.

Los tubos dispondrán de ensambles que eviten la posibilidad de rozamientos internos contra los bordes durante el tendido. Además, se ensamblarán teniendo en cuenta el sentido del tiro del cable para evitar enganches contra dichos bordes.

Al construir la canalización se recomienda dejar un alambre o cuerda en su interior que facilite posteriormente el enhebrado de los elementos para limpieza y tendido.

La limpieza consiste en pasar por el interior de los tubos un escobillón de marpillera, trapo, etc, con movimiento de vaivén, para barrer los residuos que pudieran quedar.

ARQUETAS

Las arquetas de registro serán de bloques de hormigón en masa, construidas con moldes prefabricados, y normalizados por la compañía suministradora.

Comprenderá la excavación, instalación de moldes prefabricados, emboquillado de tubos de canalización en su interior, hormigonado de estos moldes, fijación de marcos galvanizados y terminación adecuada. La resistencia será adecuada

a las cargas a soportar según vayan a ser empleadas en aceras o en calzadas.

Las tapas y marcos de las arquetas ajustarán perfectamente al cuerpo de la obra, y se colocarán de forma que su cara superior quede al mismo nivel que las superficies adyacentes; durante el trayecto dispondremos de tapas de fundición como queda especificado en la memoria.

La fabricación de los dispositivos de cierre de las arquetas, debe ser tal que se asegure la compatibilidad de asientos en las arquetas, de forma que su estado debe ser tal que la estabilidad y ausencia de ruido estén aseguradas.

TENDIDO DE CABLES

Esta operación es la más crítica al instalar una línea subterránea de Baja y Media tensión. Un tendido incorrecto puede hacer aparecer una avería inmediata en el cable (cubierta herida, punzonada o golpeada) o una avería latente que puede tardar semanas e incluso años en convertirse en avería franca.

Este tendido debe efectuarse en presencia del director de obra o persona delegada por él, programando dicha operación con la suficiente antelación.

EXTRACCIÓN DEL CABLE

La bobina se suspenderá (0,10 a 0,15 metros desde el suelo) por medio de una barra o eje adecuado, apoyados sobre gatos mecánicos u otros elementos de elevación adecuados al peso y dimensiones de la bobina.

Los pies de soporte del eje, deben estar dimensionados para asegurar la estabilidad de la bobina durante su rotación. Una vez suspendida la bobina, se procederá a la retirada de la duela de protección, sin dañar el cable durante esta retirada.

La extracción del cable se hará por rotación de la bobina alrededor del eje y extracción del cable por la parte superior.

Se dispondrá algún dispositivo de frenado, normalmente, es suficiente disponer un tablón en el suelo por un extremo, con el que se hace presión contra la superficie convexa inferior del plato.

La extracción del cable debe estar perfectamente sincronizada con el frenado de la bobina, de modo que cuando se deje de tirar del cable, se frenará inmediatamente la bobina, para evitar que se desenrolle la misma por inercia.

El desenrollado debe ser lento para evitar que las capas superiores penetren en las inferiores debido a la presión, con el consiguiente traslado del cable.

RADIOS DE CURVATURA

Durante el tendido del cable hay que evitar las dobladuras del cable debidas a la formación de bucles, a curvas demasiado fuertes en el tendido, a rodillos mal colocados en las curvas, a irregularidades del tiro y frenado, etc.

El doblez excesivo, somete el cable a esfuerzos de flexión que pueden provocar la deformación permanente del cable con formación de oquedades en los dieléctricos, tanto en cables secos como en cables de papel, y la rotura o pérdida de sección en las pantallas de cobre.

ESTANQUEIDAD DE LOS EXTREMOS DEL CABLE

En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los mismos. Lo mismo es aplicable al extremo del cable que haya quedado en la bobina.

SOLAPE ENTRE CABLES PARA CONFECCIONAR LOS EMPALMES Cuando dos cables que se canalicen vayan a ser empalmados, se solaparán al menos en una longitud de 0,50 metros. Cuando el tendido se haya efectuado por medios mecánicos se cortará 1 metro del extremo del cable, ya que al haber sido sometido a mayor esfuerzo, puede presentar desplazamiento de la cubierta en relación con el resto del cable.

TENDIDO EN TUBO

Antes de iniciar la instalación del cable hay que limpiar el tubo asegurándose de que no hay cantos vivos ni aristas, de que los distintos tubos están adecuadamente alineados y de que no existen taponamientos.

Durante el tendido hay que proteger el cable de las bocas del tubo para evitar daños en la cubierta. Para conseguirlo se coloca un rodillo a la entrada del tubo, que conduzca el cable por el centro del mismo, y se coloca un montoncito de arena a la salida del tubo de forma que se obligue el cable a salir por la parte media de la boca sin apoyarse sobre el borde inferior de la misma.

Una vez instalado el cable deben taparse las bocas de los tubos para evitar la entrada de gases y roedores.

Previamente, se protegerá la parte correspondiente de la cubierta del cable con yute, arpillera alquitranada, trapos, etc, y se taparán las bocas con mortero pobre o lechada que sea fácil de eliminar y no esté en contacto con la cubierta del cable.

SEÑALIZACIÓN

Todo cable o conjunto de cables debe estar señalizado por una cinta de atención de acuerdo con la RU 0205 B, cuyas características se han descrito en la memoria de este proyecto, así como su instalación.

TAPADO DE ZANJAS

Las zanjás se taparán tal como se especifica en la memoria de este proyecto.

Siendo el contratista el responsable de los hundimientos que se produzcan por la deficiente realización de esta operación y por tanto, serán de su cuenta las posteriores reparaciones que tengan que ejecutarse.

PUESTA A TIERRA

Desde el punto de vista de la seguridad de las personas, es conveniente la conexión a tierra de pantallas y armaduras de todas las fases en cada uno de los extremos y en puntos intermedios.

Esto garantiza que no existan tensiones inducidas en las cubiertas metálicas.

CONEXIÓN TRAMO AÉREO - SUBTERRÁNEO

Ésta se llevará a cabo mediante botellas terminales, conformes con las normas standard CEI; y que irán colocadas sobre bastidores de perfiles de acero indeformable galvanizado al fuego, que cumplirá las normas UNE 37.501, ASTM 123 e ISO R 1461 1970. Estos bastidores se encontrarán fijados al apoyo, mediante tornillos, y permitirán la colocación de las botellas terminales a una distancia mayor a la reglamentaria que debe existir entre fases, según el artículo 5.4.2 de la ITC-LAT 07.

Para la bajada de los cables en el apoyo utilizaremos, bandejas perforadas de acero galvanizado, destinadas a dicho fin.

3.3.3. Centros de transformación

Los centros de transformación serán todo de igual diseño y de una potencia de transformación de 2.500 kVA

TRANSFORMADORES

Será una máquina trifásica elevadora de tensión, siendo la tensión entre fases a la entrada de 690 V (bajo demanda), y la tensión a la salida en carga de 20 kV entre fases.

Las potencias de los transformadores serán de 2500 kVA, mientras que la potencia activa de los generadores acoplados es de 2000 kW, con un factor de potencia mínimo de 0.95 con lo que la potencia aparente del generador será de 2100 kVA, menor que la del transformador. El transformador a

instalar, tendrá el neutro accesible en baja tensión y refrigeración natural, sumergido en baño de aceite mineral de acuerdo a la norma UNE 21-320/5-IEC 296. Las características eléctricas del transformador se ajustarán a la Norma UNE 21428-1 (1996), CEI-76 y el documento HD 428, siendo las siguientes:

De acuerdo con las normas UNE 20101 y CEI-76, se establecen en función de la tensión más elevada para el material cuyo valor sea el inmediato superior al de la tensión asignada.

- Tensión de ensayo a onda de choque 1,2/50 s = 125 kV
- Tensión de ensayo a 50 Hz 1 min. = 50 kV

Dispondrán de una placa de identificación, donde se indique el nombre del constructor, tipo de transformador, número de serie, potencia y frecuencias nominales, tensiones y peso.

Cada una de las máquinas transformadoras dispondrá de dispositivos de llenado, vaciado y toma de muestras, válvula de alivio de sobrepresión, depósito de expansión y ruedas así como, termómetro de esfera, resistencia de puesta a tierra, termostato y relé Buchhold y caja de centralización de conexiones IP-55.

Los transformadores de potencia serán sometidos como mínimo a los siguientes ensayos, de acuerdo con la norma ANSI sobre ensayos de transformadores: C57.12.90-193 y C57.12.00-1973.

- Ensayo tensión aplicada CEI
- Ensayo tensión inducida CEI
- Ensayo onda de choque CEI
- Ensayo grupo de conexión, rele., transf. y polaridad
- Determinación tensión cortocircuito
- Determinación pérdidas cortocircuito
- Determinación pérdidas en vacío
- Medida de resistencia □ Ensayo de puesta a tierra
- Test dieléctrico. Estanqueidad de cuba
- Medida de nivel de ruido
- Verificación de sistemas de protección
- Calentamiento por sistema indirecto

BOBINADO DE BAJA TENSIÓN

Este arrollamiento es el que está situado junto al circuito magnético y concéntrico con él. Los conductores empleados son de sección rectangular con cantos redondeados de acuerdo con UNE 21179. Cada conductor está

aislado con papel de celulosa de clase térmica A o con un esmalte de clase H.

La configuración del arrollamiento es del tipo de capa completa, con uno o más canales concéntricos para refrigeración. El aislamiento entre capas es siempre del tipo impregnado con resina en estado B.

Durante la realización de arrollamiento se acompaña a cada banda una capa de papel impregnado con resina en estado B, el cual polimeriza durante el ciclo de secado proporcionando al arrollamiento una fortaleza capaz de resistir sin daño los esfuerzos mecánicos correspondientes a un cortocircuito según UNE 201015.

BOBINADO DE ALTA TENSIÓN

Se sitúa envolviendo al arrollamiento de baja tensión, concéntrico con él y separados por una estructura aislante adecuada al nivel de aislamiento deseado. Los conductores empleados son de sección rectangular o pletinas.

El aislamiento empleado en los hilos es un esmalte de clase térmica H. Se utiliza aislamiento de papel clase térmica A o esmalte clase térmica H. El aislamiento entre capas es del tipo impregnado en resina, que al polimerizar durante la operación de secado dota al conjunto de una resistencia mecánica capaz de soportar los esfuerzos de cortocircuito.

EMBARRADO BT Y CONEXIÓN A CELDAS

Las celdas a emplear serán de la serie RM6 de Schneider Electric. Responderán en su concepción y fabricación a la definición de aparamenta bajo envoltorio metálica compartimentada de acuerdo con la norma UNE 20099.

ANCLAJE

Los transformadores de potencia, si disponen de ruedas, deberán tenerlas bloqueadas durante su normal funcionamiento.

PUESTA A TIERRA

Tierra de Protección

Se conectarán a tierra los elementos metálicos de la instalación que no estén en tensión normalmente, pero que puedan estarlo a causa de averías o circunstancias externas.

Las celdas dispondrán de una pletina de tierra que las interconectará, constituyendo el colector de tierras de protección.

Tierra de Servicio

Se conectarán a tierra el neutro del transformador y los circuitos de baja tensión de los transformadores del equipo de medida, si los hubiere (que no es el caso).

Tierras Interiores

Las tierras interiores del centro de transformación tendrán la misión de poner en continuidad eléctrica todos los elementos que deban estar conectados a tierra con sus correspondientes tierras exteriores.

La tierra interior de protección se realizará con cable de 50 mm² de cobre desnudo formando un anillo. Este cable irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujeción y conexión, conectando el anillo al final a una caja de seccionamiento con un grado de protección IP545.

La tierra interior de servicio se realizará con cable de 50 mm² de cobre aislado formando un anillo. Será anclado con la misma configuración que el anterior.

Las instalaciones de tierra serán revisadas, al menos, una vez cada tres años, a fin de comprobar el estado de las mismas.

3.3.4 Subestación auxiliar

Se describen en este apartado los elementos principales de corte y protección en 20 kV que habrán de disponerse en la subestación auxiliar.

Compartimento de aparellaje

Donde se instalan interruptores automáticos, seccionadores y seccionador de puesta a tierra en el interior de un cárter de hexafluoruro de azufre (SF₆) y sellado de por vida.

Seccionadores

Los seccionadores, así como sus accionamientos correspondientes en su caso, tienen que estar dispuestos de manera tal que no maniobren intempestivamente por los efectos de la presión o la tracción ejercida con la mano sobre el varillaje, por la presión del viento, por trepidaciones, por la fuerza de la gravedad, o bajo los esfuerzos electrodinámicos producidos por las corrientes de cortocircuito.

Para aislar o separar líneas independientemente de la existencia de interruptores, deberán instalarse seccionadores cuya disposición debe ser tal

que pueda ser comprobada a simple vista su posición o, de lo contrario, deberá disponerse un sistema seguro que señale la posición del seccionador.

Se utilizarán exclusivamente para cortes en vacío y siendo sus principales características las siguientes:

- Tensión nominal 24 kV
- Intensidad nominal 630 A.
- Tensión de prueba (50 Hz) 55 kV
- Tensión de prueba (Impulso) 125 kV

Seccionador de puesta a tierra

Se utilizarán exclusivamente para cortes en vacío y siendo sus principales características las siguientes:

- Tensión nominal 24 kV
- Intensidad nominal 630 A.
- Tensión de prueba (50 Hz) 50 kV
- Tensión de prueba (Impulso) 125 kV

Interruptores automáticos

Serán de accionamiento manual y basando su principio de corte en la autocompresión del SF6. La envolvente y estanqueidad será la definida en la recomendación CEIU 56.

Se utilizarán para protección y desconexión en carga, y presentarán las siguientes características:

- Dieléctrico Hexafluoruro de azufre.
 - Tensión nominal 24 kV
 - Intensidad nominal 630 A
 - Tensión de prueba (50 Hz) 70 kV
 - Tensión de prueba (Impulso) 170 kV
- a) Compartimento del juego de barras.

Barras que permiten una extensión a voluntad de los centros y una conexión con celdas existentes.

b) Compartimento de conexión de cables de línea.

La conexión de cables en las funciones de línea se realiza con conectores enchufables y atornillables a través de unos pasatapas.

El dispositivo de enclavamiento de la puerta de acceso con el seccionador de puesta a tierra permite garantizar la seguridad total en las intervenciones con los cables conectores que se tengan que realizar en este compartimento.

Sobre el compartimento de cables van situados los indicadores de presencia de tensión de cada función, donde se pueden conectar unas lámparas de detección de tensión.

Transformadores de medida

A continuación se describirán los transformadores de medida, corriente y tensión, usados para control y protección de la red. Transformador de corriente: Se deberá comprobar que la saturación que se produce cuando están sometidos a elevadas corrientes de cortocircuito, no hacer variar su relación de transformación y ángulo de fase, de tal forma que impida el funcionamiento correcto de los relés de protección alimentados por ellos.

Las características principales son:

- Corrientes primarias nominales: 10-3000 A
- Corrientes secundarias nominales: 5; 1 A
- Máxima tensión nominal soportable: 25 kV
- Máxima tensión de pico soportable: 125 kV
- Máxima corriente soportable para 1 sec.: 100 kA

Transformador de tensión:

Las características principales son:

- Tensión primaria nominal: $20\sqrt{3}$ kV
- Tensión secundaria nominal: $100\sqrt{3}$ V; $110\sqrt{3}$ V
- Máxima tensión soportada: 25 kV
- Máxima tensión soportada en 1 min (r.m.s.): 50 kV

- Máxima tensión de pico soportada: 125 kV

Deberán ponerse a tierra todas las partes metálicas de los transformadores de medida que no se encuentren sometidas a tensión.

Asimismo, deberá conectarse a tierra un punto del circuito o circuitos secundarios de los transformadores de medida. Esta puesta a tierra deberá hacerse directamente en las bornas secundarias de los transformadores de medida.

CONEXIONADO

Las conexiones internas en los armarios de control se harán con cables aislados, preferentemente flexibles. Los cables flexibles llevarán en sus extremos terminales metálicos del tipo conveniente para su conexión al aparato correspondiente.

El aislamiento y la cubierta de protección de los cables serán del tipo autoextinguible y no propagador de la llama.

BORNES

Los bornes utilizados en cuadros estarán dimensionados para soportar los esfuerzos térmicos y mecánicos previsibles, y serán de tamaño adecuado a la sección de los conductores que hayan de recibir.

Los bornes de circuitos de intensidad en los que se prevea a necesidad de hacer comprobaciones serán de un tipo tal que permita derivar el circuito de comprobación antes de abrir el circuito para evitar que quede abierto el secundario de los transformadores de intensidad.

Relé de sobreintensidad

Se trata de un relé de protección contra sobrecargas, y contra sobrecargas instantáneas. Las características principales se presentan a continuación.

Características de los relés de señalización:

- Máxima corriente interrumpida = 0,8 A eff
- Máxima tensión interrumpida = 110 V ca - 100 V cc
- Aislamiento contacto/contacto = 500 V eff
- Aislamiento contacto/bobina = 1000 V eff

Servicios auxiliares

Se dispondrá de tensión 230 V para alumbrado, tomas de corriente y servicios auxiliares en todos los centros de transformación.

Para ello se instalará un transformador Tripolar 20 kV/230V de 10.000 VA de potencia.

Baterías

Las baterías para servicio auxiliar serán alcalinas o ácidas en vasos cerrados, instaladas en armarios metálicos, que podrán ubicarse a la intemperie siempre que dichos armarios metálicos sean apropiados, y estén dotados de ventilación adecuada, y provistos de aislamiento térmico.

PROTECCIONES ELÉCTRICAS DE LA BATERÍA

Como norma general, los dos polos de la batería estarán aislados de tierra.

Las protecciones mínimas que deberán ser provistas son:

- A la salida de la batería, y antes de las barras de distribución deben instalarse cartuchos fusibles calibrados o interruptor automático.
- Sobre las barras de distribución se instalará un detector de tierras que como mínimo facilite una alarma preventiva en caso de una eventual puesta a tierra de cualquier polo.
- Se instalará un dispositivo detector que indique la falta de alimentación a la batería.
- Se instalarán sistemas de alarma de falta de corriente continua en los circuitos esenciales, tales como protección y maniobra.

EQUIPO DE CARGA

Las baterías deberán ir asociadas a un equipo de carga adecuado, que cumpla las siguientes condiciones mínimas:

- En régimen de flotación debe ser capaz de mantener la tensión de flotación en bornes de batería dentro de una banda de fluctuación de $\pm 1\%$, para una variación del $\pm 10\%$ de la tensión de alimentación, debiendo compensar en las condiciones anteriores, la autodescarga propia de la batería y además dar el consumo permanente del sistema de protección y control de instalación.
- Habrá de mantener el factor de rizado máximo, en cualquier condición de carga, que exijan los equipos alimentados por el conjunto batería – equipo de carga.

- Estará dotado de un mínimo de alarmas que permitan detectar un mal funcionamiento del equipo.
- Se establecerán revisiones periódicas anuales, y en caso de que sea necesario se sustituirán las baterías por otras nuevas, para garantizar así el correcto funcionamiento de la instalación ante faltas en la red de distribución.

Telemando

Se dispondrá de la señal de estado de los distintos transformadores de medida, para saber en todo momento la situación eléctrica del parque en la subestación auxiliar. El control de tensión y corriente permitirá, en los casos que sean necesario, el aislamiento del parque de la red.

Además del control de corte en la subestación auxiliar, mediante el sistema SCADA del parque, se podrá determinar en todo momento el estado de los distintos aerogeneradores, para poder ejercer así la labor de seguimiento y control necesaria.

3.3.5 Línea aérea de alta tensión

Dado que como se hace referencia en la memoria descriptiva, no es ámbito de este proyecto, no se entrará en detalle para la redacción de un pliego de condiciones técnicas para una línea aérea.

ANEXO VI

PRESUPUESTO

Capítulo 1. Obra civil

Subcapítulo 1.01 Excavaciones, explanaciones y pavimentos

Cantidad	Ud.	Descripción	€/Ud	€/Total
212000	m ²	Desbroce y despeje del terreno, y retirada de capa vegetal hasta una profundidad de 20cm, sin carga ni transporte, zanja no incluida	0,48 €	101.760,00 €
90000	m ³	Excavación para desmonte de todo tipo de terreno, incluido carga y trasporte a lugar de empleo o vertedero autorizado, zanja no incluida	2,15 €	193.500,00 €
95000	m ³	Formación de terraplenes, de tierras procedentes de la excavación	0,95 €	90.250,00 €
90000	m ³	Relleno de firme para viales y plataformas con zahorras naturales o artificiales, en tongadas de 20cm	12,30 €	1.107.000,00 €
350000	m ³	Relleno, extendido y compactado con material de excavación en zonas localizadas de los aerogeneradores, en tongadas de 25cm	1,10 €	385.000,00 €
Total subcapítulo				1.877.510,00 €

Subcapítulo 1.02 Cimentaciones

Cantidad	Ud.	Descripción	€/Ud	€/Total
75	m ³	Hormigón de limpieza HM-20/B/20/Ila, elaborado en central, vertido en bomba, y colocación de todo ello.	70,18 €	5.263,50 €
720	m ³	Hormigón cimentación HA-30/B/Ila, elaborado en central, vertido en bomba, y colocación de todo ello.	83,95 €	60.444,00 €
185350	kg	Acero corrugado B-500S preformado en taller y colocado en obra	0,98 €	181.643,00 €
Total subcapítulo				247.350,50 €

Subcapítulo 1.03 Zanjas

Cantidad	Ud.	Descripción	€/Ud	€/Total
15212	m ²	Desbroce y despeje del terreno, y retirada de capa vegetal hasta una profundidad de 20cm, sin carga ni transporte	1,12 €	17.037,44 €
22344	m ³	Excavación de zanja de todo tipo de terreno, a cielo abierto, y trasporte a lugar de empleo o vertedero autorizado	7,91 €	176.741,04 €

Viabilidad de la construcción de un parque eólico

21009	M³	Relleno, extendido y compactado con material de excavación en zonas localizadas de los aerogeneradores, en tongadas de diferentes espesores	2,19 €	46.009,71 €
100	Ud	Hitos señalización zanjas, cuando las canalizaciones eléctricas no discurren paralelas al camino, o señalar cruzamientos con vial	33,00 €	3.300,00 €
Total subcapítulo				243.088,19 €
Total capítulo				2.367.948,69 €

Capítulo 2. Aerogeneradores

Cantidad	Ud.	Descripción	€/Ud	€/Total
7	ud	Aerogenerador V110-2 MW Vestas altura torre 80m. Ørotor=110 m	2.300.000,00 €	16.100.000,00 €
Total capítulo				16.100.000,00 €

Capítulo 3. Infraestructura eléctrica

Subcapítulo 3.01 Transformadores

Cantidad	Ud.	Descripción	€/Ud	€/Total
7	ud	Transformador trifásico seco encapsulado 0.69/20 kV	27.000,00 €	189.000,00 €
2	ud	Transformador M.T/A.T 20/55 kV	43.000,00 €	86.000,00 €
1	ud	Transformador servicios auxiliares 20/0,42 kV	12.500,00 €	12.500,00 €
Total subcapítulo				287.500,00 €

Subcapítulo 3.02 Celdas de conexión

Cantidad	Ud.	Descripción	€/Ud	€/Total
20	ud	Celdas de media tensión RM6 Schneider Electric 24 kV con módulos 0L, 1L y 1A.	7.000,00 €	140.000,00 €
Total subcapítulo				140.000,00 €

Viabilidad de la construcción de un parque eólico

Subcapítulo 3.03 Servicios auxiliares

Cantidad	Ud.	Descripción	€/Ud	€/Total
1	ud	Instalaciones auxiliares	50.000,00 €	50.000,00 €
Total subcapítulo				50.000,00 €

Subcapítulo 3.04 Red de media tensión

Cantidad	Ud.	Descripción	€/Ud	€/Total
4600	m	Línea subterránea 12/20 kV 1x240	75,03 €	345.138,00 €
Total subcapítulo				345.138,00 €

Total capítulo				842.638,00 €
----------------	--	--	--	--------------

Presupuesto total				19.199.586,69€
-------------------	--	--	--	----------------

BIBLIOGRAFÍA

- (1) Gilberto Enríquez Harper. “Elementos de diseño de Subestaciones eléctricas” (2017)
- (2) Antonio Gómez Expósito. “Análisis y operación de sistemas de energía eléctrica” (2002)
- (3) María Sánchez Lanero- “Viabilidad técnica y económica de un parque eólico de 33MW en la Sierra del Escudo, Cantabria” (2012)
- (4) María José Ríos Hernández “Estudio de viabilidad y diseño de un parque eólico” (2015)
- (5) Miguel Villarrubia López. Ingeniería de la Energía Eólica (2011)
- (6) Análisis del recurso. Atlas eólico de España. Estudio técnico. PER 2010-2020. IDAE
- (7) Lorena Hernández Pérez. Diseño de un parque eólico de 50 MW en el municipio de Salvacañete (Cuenca). Consideraciones medioambientales y viabilidad económica. (2015)
- (8) Hugo Vázquez Corral. Diseño e instalación del parque eólico “Cañoneras”. (2017)

Páginas web:

<http://www.energias-renovables.com>

<http://www.aeeolica.org>

<http://www.mantenimientodeaerogeneradores.com>

<http://www.meteorologiaenred.com>

<http://nauticagenova.com>

<http://centraleolica.wordpress.com>

<http://www.ree.es/>

<http://www.idae.es/>

<http://www.vestas.com/>

<https://wwindea.org/>

